

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift DE 100 30 119 A 1

51 Int. Cl. 7:
F 02 M 47/06

21 Aktenzeichen: 100 30 119.3
22 Anmeldetag: 20. 6. 2000
43 Offenlegungstag: 28. 12. 2000

30 Unionspriorität:

P-11-173688 21. 06. 1999 JP
P-00-127668 24. 04. 2000 JP

71 Anmelder:

Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP

74 Vertreter:

Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

72 Erfinder:

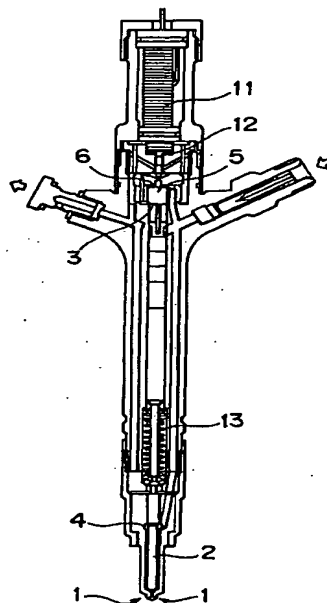
Watanabe, Yoshimasa, Toyota, Aichi, JP; Omae,
Kazuhiro, Toyota, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Kraftstoffeinspritzgerät

57 Ein Kraftstoffeinspritzgerät hat ein Nadelventil (2) zum Öffnen und Schließen von einer Einspritzöffnung, eine erste Drucksteuerkammer (3) zum Treiben des Nadelventils (2) in eine Ventilschließrichtung, eine Triebstoffreservorkammer zum Treiben des Nadelventils (2) in eine Ventilöffnungsrichtung und einen Hubsperrkolben (5) zum Einstellen eines Ventilmaximalhubs, das heißt eines Betrags des Hubs des Nadelventils (2), der bei vollständigem Öffnen des Nadelventils (2) erreicht wird. Der Hubsperrkolben (5) wird in eine den Ventilmaximalhub steigernde Richtung durch die erste Drucksteuerkammer (3) getrieben und wird in eine den Ventilmaximalhub verringernde Richtung durch eine zweite Drucksteuerkammer (6) getrieben. Der Ventilmaximalhub wird durch Ändern der Beziehung zwischen dem Druck in der ersten Drucksteuerkammer (3) und dem Druck in der zweiten Drucksteuerkammer (6) geändert.



DE 100 30 119 A 1

DE 100 30 119 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzgerät.

Es ist ein Kraftstoffeinspritzgerät bekannt, das ein Nadelventil zum Öffnen und Schließen einer Kraftstoffeinspritzöffnung, eine in Ventilschließrichtung wirkende Vorspanneinrichtung für ein Vorspannen des Nadelventils in eine Ventilschließrichtung und eine in Ventilöffnungsrichtung wirkende Vorspanneinrichtung für ein Vorspannen des Nadelventils in eine Ventilöffnungsrichtung hat. Ein Beispiel dieses gattungsgemäßen Kraftstoffeinspritzgerätes ist zum Beispiel in der Japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. HEI 8-334072 beschrieben. Ein erstes in der Japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. HEI 8-334072 beschriebenes Kraftstoffeinspritzgerät ändert den Maximalhub von einem Nadelventil, welcher der Betrag des Ventilhubes ist, der bei vollständigem Öffnen des Nadelventils erreicht wird, durch Ändern des Kraftstoffzufuhrdrucks, mit welchem dem Kraftstoffeinspritzgerät eine Menge an Kraftstoff zugeführt wird, welcher aus der Einspritzöffnung eingespritzt werden soll. Ein zweites in der Japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. HEI 8-334072 beschriebenes Kraftstoffeinspritzgerät ändert die Längenausdehnung von einem Betätigungsglied der Piezo-Bauart, um die Position eines Anstoßabschnitts zu ändern, an welchen das Nadelventil anstößt, wenn das Nadelventil vollständig geöffnet ist. Das heißt, bei dem zweiten Kraftstoffeinspritzgerät wird die Position des Nadelventilanstoßabschnittes direkt durch das Betätigungsglied der Piezo-Bauart gesteuert.

Bei dem ersten in der Japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. HEI 8-334072 beschriebenen Kraftstoffeinspritzgerät muss jedoch der Kraftstoffzufuhrdruck geändert werden, um den Maximalhub des Nadelventils zu ändern, d. h. den Betrag des Ventilhubes, der bei vollständigem Öffnen des Nadelventils erreicht wird. Bei dem zweiten in der Japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. HEI 8-334072 beschriebenen Kraftstoffeinspritzgerät wird der Maximalhub des Nadelventils, d. h. der Betrag des Ventilhubes, der bei vollständigem Öffnen des Nadelventils erreicht wird, durch Ändern der Längenausdehnung von dem Betätigungsglied der Piezo-Bauart geändert. Daher ändert, auch wenn eine Veränderung hinsichtlich des Maximalhubes des Nadelventils nicht beabsichtigt ist, eine Temperaturänderung die Längenausdehnung (thermische Ausdehnung) des Betätigungsgliedes der Piezo-Bauart und verursacht daher eine Veränderung hinsichtlich des Maximalhubes des Nadelventils. Folglich kann das zweite in der Japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. HEI 8-334072 beschriebene Kraftstoffeinspritzgerät den Maximalhub des Nadelventils nicht genau steuern, wenn sich die Temperatur ändert.

Entsprechend ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Kraftstoffeinspritzgerät zu schaffen, bei dem der Maximalhub von einem Nadelventil geändert werden kann, ohne dass notwendigerweise der Kraftstoffzufuhrdruck zu dem Kraftstoffeinspritzgerät geändert werden muss, und bei welchem sogar bei Änderung der Temperatur der Maximalhub des Nadelventils genau gesteuert werden kann.

Gemäß der Erfindung hat ein Kraftstoffeinspritzgerät ein Einspritzöffnungsventil zum Öffnen und Schließen einer Kraftstoffeinspritzöffnung, eine in Ventilschließrichtung wirkende Vorspanneinrichtung zum Vorspannen des Einspritzöffnungsventils in die Ventilschließrichtung, eine in Ventilöffnungsrichtung wirkende Vorspanneinrichtung zum Vorspannen des Einspritzöffnungsventils in die Ventilöffnungsrichtung und Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtungen zum Einstellen eines Ventilmaximalhubes, d. h. eines Betrages des Hubs des Einspritzöffnungsventils, der bei vollstän-

digem Öffnen des Einspritzöffnungsventils erreicht wird, wobei das Kraftstoffeinspritzgerät dadurch gekennzeichnet ist, dass eine erste Drucksteuerkammer zum Vorspannen der Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung in eine den Ventilmaximalhub steigernde Richtung und eine zweite Drucksteuerkammer zum Vorspannen der Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung in eine den Ventilmaximalhub verringernde Richtung vorgesehen sind, und dass der Ventilmaximalhub durch Ändern einer Beziehung zwischen einem Druck in der ersten Drucksteuerkammer und einem Druck in der zweiten Drucksteuerkammer eingestellt wird.

Bei dem oben beschriebenen Kraftstoffeinspritzgerät wird der Ventilmaximalhub des Einspritzöffnungsventils, der bei dessen vollständigem Öffnen erreicht wird, durch Ändern der Beziehung zwischen dem Druck in der ersten Drucksteuerkammer für das Vorspannen der Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung in eine den Ventilmaximalhub steigernde Richtung und dem Druck in der zweiten Drucksteuerkammer für das Vorspannen der Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung in eine den Ventilmaximalhub verringernde Seite geändert. Das heißt, der Ventilmaximalhub kann durch Ändern lediglich der Beziehung zwischen dem Druck in der ersten Drucksteuerkammer und dem Druck in der zweiten Drucksteuerkammer geändert werden, ohne dass notwendigerweise der Kraftstoffzufuhrdruck zu dem Kraftstoffeinspritzgerät verringert werden muss. Da des Weiteren für die Änderung des Ventilmaximalhubes die Größen, die zu ändern sind, der Druck in der ersten Drucksteuerkammer und der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer sind, wird sich entgegen einem Gerät, bei welchem der Ventilmaximalhub durch Ändern der Längenausdehnung von einem Betätigungsglied der Piezo-Bauart geändert wird, der Ventilmaximalhub bei Temperaturänderungen bei dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung nicht ändern. Daher kann das Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung den Ventilmaximalhub des Einspritzöffnungsventils ändern, der bei dessen vollständigem Öffnen erreicht wird, ohne dass notwendigerweise der Kraftstoffzufuhrdruck zu dem Kraftstoffeinspritzgerät geändert werden muss. Des Weiteren kann das Kraftstoffeinspritzgerät den Ventilmaximalhub des Einspritzöffnungsventils, der bei dessen vollständigem Öffnen erreicht wird, sogar bei einer Temperaturänderung genau steuern.

Bei dem oben beschriebenen Gerät kann die in Ventilschließrichtung wirkende Vorspanneinrichtung durch die erste Drucksteuerkammer ausgebildet sein.

Bei diesem Aufbau dient die erste Drucksteuerkammer nicht nur dazu, die Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung in eine den Ventilmaximalhub steigernde Richtung vorzuspannen, sondern auch dazu, das Einspritzöffnungsventil in eine Ventilschließrichtung vorzuspannen. Daher sind keine gesonderten Einrichtungen zum Vorspannen der Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung in eine den Ventilmaximalhub steigernde Richtung und zum Vorspannen des Einspritzöffnungsventils in die Schließrichtung notwendig.

Das Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung kann weiterhin einen Aufbau haben, bei dem die Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung ein durch einen Zylinder geführter Hubsperrkolben ist und bei dem ein Achsenabweichungstoleranzraum zwischen einem Innendurchmesser von dem Zylinder und einem Außendurchmesser von einem Endabschnitt von dem Hubsperrkolben vorgesehen ist, der an einem Ende in der Richtung der Achse von dem Hubsperrkolben angeordnet ist.

Bei diesem Aufbau ist der Achsenabweichungstoleranzraum zwischen dem Innendurchmesser von dem Zylinder und dem Außendurchmesser von einem Endabschnitt von dem Hubsperrkolben vorgesehen, der an einem Ende in der Richtung der Achse des Hubsperrkolbens angeordnet ist.

Daher wird auch beim Aufbau einer Achsenabweichung zwischen den Elementen, die den Zylinder ausbilden, die Achsenabweichung durch den Achsenabweichungstoleranzraum aufgenommen, wodurch der Zusammenstoß zwischen einer Randfläche von einem abgewichenen Element und einer Randfläche von dem Hubsperkolben vermieden werden kann.

Das Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung kann weiterhin einen Aufbau haben, bei welchem die Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung ein durch einen aus einer Vielzahl von Elementen ausgebildeten Zylinder geführter Hubsperkolben ist, und bei welchem der Hubsperkolben an einer Grenzfläche von zumindest einem von der Vielzahl der den Zylinder ausbildenden Elemente anstößt, wenn der Ventilmaximalhub gesteigert oder verringert wird.

Wenn der Ventilmaximalhub gesteigert wird oder verringert wird, ist bei diesem Aufbau eine Anstoßfläche, an der der Hubsperkolben anstößt, durch eine Grenzfläche von zumindest einem der Elemente ausgebildet, die den Zylinder ausbilden. Im Vergleich mit einem Aufbau, bei welchem eine Anstoßfläche, an welcher der Hubsperkolben anstößt, getrennt an einer inneren Wandfläche von dem Zylinder ausgebildet ist, erlaubt daher der Aufbau gemäß der Erfindung Verbesserungen hinsichtlich der Präzision der Anstoßflächen und Reduktionen hinsichtlich der Kosten der Bearbeitung der Anstoßflächen.

Das Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung kann des Weiteren einen Aufbau haben, bei dem die Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung ein Hubsperkolben ist, und bei dem der Ventilmaximalhub des Einspritzöffnungsventils durch Anstoßen des Einspritzöffnungsventils an dem Hubsperkolben festgelegt ist, und bei dem Trennvereinfachungseinrichtungen für ein Vereinfachen einer Trennung des Einspritzöffnungsventils von dem Hubsperkolben, wenn das Einspritzöffnungsventil von dem Hubsperkolben nach dem Anstoßen an den Hubsperkolben getrennt werden soll, vorgesehen sind.

Bei diesem Aufbau ist die Trennvereinfachungseinrichtung für das Vereinfachen der Trennung des Einspritzöffnungsventils von dem Hubsperkolben, wenn das Einspritzöffnungsventil von dem Hubsperkolben nach dem Anstoßen an dem Hubsperkolben getrennt werden soll, vorgesehen. Daher verhindert dieser Aufbau eine Verzögerung hinsichtlich der Trennung des Einspritzöffnungsventils von dem angestoßenen Hubsperkolben und verhindert dadurch eine Verzögerung hinsichtlich der Öffnung des Einspritzöffnungsventils.

Das Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung kann weiterhin einen Aufbau haben, bei dem die Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung ein Hubsperkolben ist, und bei dem am Ende von einem Schließvorgang des Einspritzöffnungsventils der Hubsperkolben so angeordnet ist, dass er in der den Ventilmaximalhub verringernden Richtung anstößt.

Bei diesem Aufbau ist der Hubsperkolben so angeordnet, dass er am Ende des Schließvorgangs des Einspritzöffnungsventils in der den Ventilmaximalhub verringernden Richtung anstößt. Daher stellt dieser Aufbau sicher, dass der Hubsperkolben in der den Ventilmaximalhub verringernden Richtung angeordnet wird, wenn die nächste Kraftstoffeinspritzung beginnt, d. h. wenn Kraftstoff bei einem verringerten Ventilmaximalhub eingespritzt werden soll, d. h. einem verringerten Betrag des Hubs des Einspritzöffnungsventils, der während dessen vollständigem Öffnen erreicht wird.

Das Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung kann des Weiteren einen Aufbau haben, bei dem am Ende von dem Schließvorgang des Einspritzöffnungsventils der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer schneller ansteigt als der

Druck in der ersten Drucksteuerkammer.

Bei diesem Aufbau steigt der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer am Ende des Schließvorgangs des Einspritzöffnungsventils schneller an als der Druck in der ersten Drucksteuerkammer. Wenn der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer schneller ansteigt als der Druck in der ersten Drucksteuerkammer, dann ergibt sich eine solche Beziehung zwischen dem Druck in der ersten Drucksteuerkammer und dem Druck in der zweiten Drucksteuerkammer, so dass der Hubsperkolben in eine den Ventilmaximalhub verringernde Richtung bewegt wird. Wenn daher die nächste Kraftstoffeinspritzung beginnt, d. h. wenn Kraftstoff bei einem verringerten Ventilmaximalhub eingespritzt werden soll, wird der Hubsperkolben in der den Ventilmaximalhub verringernden Richtung zuverlässig angeordnet.

Das Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung kann des Weiteren einen Aufbau haben, bei dem die Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung ein Hubsperkolben ist, und bei dem ein Einlassdurchgang von der zweiten Drucksteuerkammer sich innerhalb des Hubsperkolbens koaxial mit dem Hubsperkolben erstreckt.

Bei diesem Aufbau erstreckt sich der Einlassdurchgang von der zweiten Drucksteuerkammer koaxial mit dem Hubsperkolben. Das heißt, der Einlassdurchgang von der zweiten Drucksteuerkammer, der Hubsperkolben und der Zylinder zur Führung des Hubsperkolbens sind koaxial zueinander ausgerichtet. Daher vereinfacht dieser Aufbau die Herstellung oder Bearbeitung von diesen Komponenten oder Abschnitten und erlaubt eine Verbesserung hinsichtlich der Herstellungsgenauigkeit im Vergleich mit einem Aufbau, bei welchem die vorher erwähnten Komponenten oder Abschnitte nicht koaxial sind. Da des Weiteren der Einlassdurchgang der zweiten Drucksteuerkammer innerhalb des Hubsperkolbens ausgebildet ist, erlaubt dieser Aufbau eine weitere Reduktion der Gesamtgröße des Gerätes im Vergleich mit einem Aufbau, bei welchem ein Einlassdurchgang getrennt in dem Zylinder vorgesehen ist.

Das Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung kann des Weiteren einen Aufbau haben, bei dem ein erstes Drucksteuerventil zum Steuern des Drucks in der ersten Drucksteuerkammer und ein zweites Drucksteuerventil zum Steuern des Drucks in der zweiten Drucksteuerkammer vorgesehen sind. Das erste Drucksteuerventil und das zweite Drucksteuerventil werden durch ein Betätigungsglied betrieben. Ein Druckzustand wird gemäß einer Antriebskraft des Betätigungsglieds entweder in einen Zustand gebracht, bei dem die erste Drucksteuerkammer und die zweite Drucksteuerkammer mit Druck beaufschlagt sind, einen Zustand, bei dem die erste Drucksteuerkammer und die zweite Drucksteuerkammer druckentlastet sind, oder einen Zustand, bei dem die erste Drucksteuerkammer druckentlastet ist und die zweite Drucksteuerkammer mit Druck beaufschlagt ist.

Bei diesem Aufbau wird der Druckzustand gemäß einer Antriebskraft des Betätigungsglieds entweder auf den Zustand gebracht, bei welchem die erste Drucksteuerkammer und die zweite Drucksteuerkammer mit Druck beaufschlagt sind, auf den Zustand, bei dem die erste Drucksteuerkammer und die zweite Drucksteuerkammer druckentlastet sind, oder auf den Zustand, bei dem die erste Drucksteuerkammer druckentlastet ist und die zweite Drucksteuerkammer mit Druck beaufschlagt ist. Das heißt die Beziehung zwischen dem Druck in der ersten Drucksteuerkammer und dem Druck in der zweiten Drucksteuerkammer wird gemäß der Antriebskraft des einzelnen Betätigungsglieds geändert. Daher kann die Beziehung zwischen dem Druck in der ersten Drucksteuerkammer und dem Druck in der zweiten Drucksteuerkammer durch Betreiben des ersten Drucksteuerventils und des zweiten Drucksteuerventils geändert werden,

ohne dass notwendigerweise ein Betätigungsglied zum Steuern des Drucks in der ersten Drucksteuerkammer und ein Betätigungsglied zum Steuern des Drucks in der zweiten Drucksteuerkammer gesondert vorgesehen werden muss.

Dieses Kraftstoffeinspritzgerät kann des Weiteren eine Hubkraft-Verhinderungseinrichtung für ein Verbinden des Auftretens von einer Hubkraft an dem ersten Drucksteuerventil oder dem zweiten Drucksteuerventil haben, die durch das Betätigungsglied betrieben werden.

Bei diesem Aufbau ist die Hubkraft-Verhinderungseinrichtung zum Verhindern des Auftretens einer Hubkraft an dem ersten Drucksteuerventil oder dem zweiten Drucksteuerventil vorgesehen. Für einen Fall, dass das erste Drucksteuerventil und das zweite Drucksteuerventil durch Verwenden des einzelnen Betätigungsglieds betrieben werden, ist es wahrscheinlich, dass eine Hubkraft an einem der Steuerventile aufgrund von einem Moment auftritt, das an dem Steuerventil auftritt. Das Vorsehen der Hubkraft-Verhinderungseinheit ermöglicht jedoch, die zwei Steuerventile bevorzugt durch die Verwendung von dem einzelnen Betätigungsglied zu betreiben, ohne dass die Hubkraft auftreten kann.

Das Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung kann des Weiteren einen Aufbau haben, bei welchem die zweite Drucksteuerkammer mit einem Einlassdurchgang und einem Auslassdurchgang vorgesehen ist, und bei welchem der Einlassdurchgang und der Auslassdurchgang durch einen Verbindungsdurchgang verbunden sind, und bei dem der Verbindungsdurchgang einen verengten Abschnitt hat.

Bei diesem Aufbau ist die zweite Drucksteuerkammer mit dem Einlassdurchgang und dem Auslassdurchgang versehen, und der Einlassdurchgang und der Auslassdurchgang sind durch den Verbindungsdurchgang verbunden. Wenn das Einspritzöffnungsventil von dem offenen Ventilzustand zu dem geschlossenen Ventilzustand gebracht wird, d. h. zu dem Zeitpunkt eines Übergangs von einem Zustand, bei dem der Auslassdurchgang von der zweiten Drucksteuerkammer nicht geschlossen ist, zu einem Zustand, bei dem der Auslassdurchgang geschlossen ist, fließt daher ein Medium, das von dem Einlassdurchgang geströmt ist und das durch den Verbindungsdurchgang gelaufen ist, augenblicklich zurück durch den Auslassdurchgang in die zweite Drucksteuerkammer. Daher wird zum Zeitpunkt des Übergangs des Einspritzöffnungsventils von dem offenen Ventilzustand zu dem geschlossenen Ventilzustand die Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung in eine den Ventilmaximalhub verringernde Richtung vorgespannt, so dass das Einspritzöffnungsventil in die Ventilschließrichtung vorgespannt werden kann. Da des Weiteren der verengte Abschnitt in dem Verbindungsdurchgang ausgebildet ist, kann verhindert werden, dass das durch den Einlassdurchgang eingeströmte Medium durch den Verbindungsdurchgang geleitet wird, ohne in die zweite Drucksteuerkammer zu strömen.

Die vorstehende Aufgabe, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen ersichtlich, in denen ähnliche Bezugszeichen verwendet werden, um ähnliche Elemente zu bezeichnen, und in welchen:

Fig. 1 eine Darstellung von einem Gesamtaufbau von einem ersten Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung zeigt;

Fig. 2 eine vergrößerte Ansicht von Abschnitten des in **Fig. 1** gezeigten ersten Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 3A bis 3C Darstellungen für einen Vergleich von Betriebszuständen von einem Drucksteuerventil 5 zeigen;

Fig. 4A bis 4C Darstellungen für einen Vergleich von Betriebszuständen von einem Hubsperrkolben 10 zeigen;

Fig. 5 eine vergrößerte Ansicht von Abschnitten von einem zweiten Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzgeräts der Erfindung zeigt;

Fig. 6A eine vergrößerte der Ansicht von **Fig. 2** ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem dritten Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzgeräts der Erfindung zeigt;

Fig. 6B eine weiter vergrößerte Ansicht von Abschnitten des dritten Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 7 eine vergrößerte der Ansicht von **Fig. 2** ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem vierten Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzgeräts der Erfindung zeigt;

Fig. 8 eine vergrößerte der Ansicht von **Fig. 2** ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem fünften Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung zeigt;

Fig. 9 eine vergrößerte der Ansicht von **Fig. 2** ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem sechsten Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung zeigt;

Fig. 10 eine vergrößerte der Ansicht von **Fig. 2** ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem siebten Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzgeräts der Erfindung zeigt;

Fig. 11 eine Darstellung von einem Gesamtaufbau von einem achten Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung zeigt;

Fig. 12 eine vergrößerte Ansicht von Abschnitten von dem in **Fig. 11** gezeigten achten Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 13 eine vergrößerte der Ansicht von **Fig. 12** ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem neunten Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung zeigt;

Fig. 14 eine vergrößerte der Ansicht von **Fig. 12** ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem zehnten Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung zeigt;

Fig. 15 eine vergrößerte der Ansicht von **Fig. 2** ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem elften Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung zeigt; und

die **Fig. 16A** und **16B** einen Zustand darstellen, bei welchem ein Drucksteuerventil 10 in einen zweiten Zustand gesetzt ist, und einen Zustand unmittelbar nachdem das Drucksteuerventil von dem zweiten Zustand in den ersten Zustand gebracht worden ist, um ein Nadelventil 2 zu schließen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen detailliert beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine Darstellung von einem Gesamtaufbau von einem ersten Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung. **Fig. 2** zeigt eine vergrößerte Ansicht von Abschnitten von dem in **Fig. 1** gezeigten ersten Ausführungsbeispiel. Wie in den **Fig. 1** und **2** gezeigt ist, wird eine Kraftstoffeinspritzöffnung 1 durch ein Nadelventil 2 geöffnet und geschlossen. Ein Betätigungskolben 2a ist oberhalb von dem Nadelventil 2 angeordnet. Eine erste Drucksteuerkammer 3 spannt das Nadelventil 2 und den Betätigungskolben 2a in die Ventilschließrichtung vor. Eine Kraftstoff-Reservoirkammer 4 spannt das Nadelventil 2 und den Betätigungskolben 2a in die Ventilöffnungsrichtung vor. Ein Hubsperrkolben 5 stellt den Maximalhub des Nadelventils 2 ein, d. h. den Betrag des Hubs, der von dem Nadelventil 2 bei seinem vollständigen Öffnen errichtet wird. Genauer gesagt wird die Position, die von dem Nadelventil 2 angenommen wird, wenn der Betätigungskolben 2a an den an eine vorbestimmte Position gesetzte Hubsperrkolben 5 anstößt, eine Ventilmaximalhub-Position. Der Hubsperrkolben 5 wird in eine den Ventilmaximalhub steigernde Richtung durch den Druck in der ersten Drucksteuerkammer 3 vorge-

spannt und wird in eine den maximalhub verringernde Richtung durch den Druck in der ersten Drucksteuerkammer 6 vorgespannt.

Ein Zylinder 7 führt den Hubsperrkolben 5. Der Zylinder 7 ist durch ein erstes Zylinderelement 7a und ein zweites Zylinderelement 7b ausgebildet. Wenn der Druck in der ersten Drucksteuerkammer 3 niedriger als der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer 6 ist, wird der Hubsperrkolben 5 nach unten vorgespannt und nach unten bewegt, bis der Hubsperrkolben 5 an eine untere Anstoßfläche 7c anstößt. Wenn der Druck in der ersten Drucksteuerkammer 3 größer als der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer 6 ist, wird der Hubsperrkolben 5 nach oben vorgespannt und nach oben bewegt, bis der Hubsperrkolben 5 an eine obere Anstoßfläche 7d anstößt. Ein Drucksteuerventil 10 stellt den Druck in der ersten Drucksteuerkammer 3 und den Druck in der zweiten Drucksteuerkammer 6 ein. Das Drucksteuerventil 10 ist aus einem stabähnlichen Element 10a und einem Kugelelement 10b ausgebildet. Das Drucksteuerventil 10 wird von einem Betätigungsglied 11 der Piezo-Bauart angetrieben. Eine mittlere hydraulische Kammer 12 ist zwischen dem Drucksteuerventil 10 und dem Betätigungsglied 11 der Piezo-Bauart ausgebildet. Eine Feder 13 spannt das Nadelventil in die Ventilschließrichtung vor.

Ein Kraftstoff-Förderdurchgang 20 leitet Hochdrucktreibstoff (Betriebsfluid). Kraftstoff-Rückführdurchgänge 21, 22 führen Kraftstoff, dessen Druck niedriger als der Druck des Hochdrucktreibstoffs in dem Kraftstoff-Förderdurchgang 20 ist. Dem Kraftstoff-Förderdurchgang 20 wird Kraftstoff konstanten Drucks von einer (nicht gezeigten) gemeinsamen Leitung zugeführt. Eine erste Einlassmündung (verengter Abschnitt) 30 leitet Kraftstoff in die erste Drucksteuerkammer 3. Eine erste Auslassmündung 31 leitet Kraftstoff aus der ersten Drucksteuerkammer 3 heraus. Eine zweite Einlassmündung 32 leitet Kraftstoff in die zweite Drucksteuerkammer 6. Eine zweite Auslassmündung 33 leitet Kraftstoff aus der zweiten Drucksteuerkammer 6 heraus.

Die Fig. 3A und 3C zeigen Darstellungen für einen Vergleich von Betriebszuständen des Drucksteuerventils 10. Genauer gesagt stellt Fig. 3A einen ersten Zustand dar, bei welchem der Abfluss von Kraftstoff aus der ersten Drucksteuerkammer 3 und der Abfluss von Kraftstoff aus der zweiten Drucksteuerkammer 6 blockiert sind. Fig. 3B stellt einen zweiten Zustand dar, bei welchem weder der Abfluss von Kraftstoff aus der ersten Drucksteuerkammer 3 noch der Abfluss von Kraftstoff aus der zweiten Drucksteuerkammer 6 blockiert ist. Fig. 3C stellt einen dritten Zustand dar, bei welchem der Abfluss von Kraftstoff aus der ersten Drucksteuerkammer 3 nicht blockiert ist, aber der Abfluss von Kraftstoff aus der zweiten Drucksteuerkammer 6 blockiert ist.

Die Fig. 4A bis 4C zeigen Darstellungen zum Vergleich von Betriebszuständen des Hubsperrkolbens 5. Genauer gesagt stellt Fig. 4A einen Zustand dar, bei welchem der Hubsperrkolben 5 an der unteren Anstoßfläche 7c angestoßen ist. Fig. 4B stellt einen Zustand dar, bei welchem der Hubsperrkolben 5 an die obere Anstoßfläche 7d angestoßen ist. Fig. 4C ist eine untere Draufsicht von dem Hubsperrkolben 5. Wie in den Fig. 4A bis 4C gezeigt ist, verhindern Trennvereinfachungsvertiefungen 5a, dass die obere Fläche von dem Betätigungskolben 2a an der unteren Fläche von dem Hubsperrkolben 5 haftet, wenn der Hubsperrkolben 5 an eine obere Fläche von dem Betätigungskolben 2a angestoßen ist, und vereinfacht die Trennung der oberen Fläche des Betätigungskolbens 2a von der unteren Fläche des Hubsperrkolbens 5 beim Beginn des Öffnens des Nadelventils 2. Ein Trennvereinfachungsloch 5b ist für denselben Zweck ausgebildet, wie die Trennvereinfachungsvertiefungen 5a.

Wie aus den Fig. 3A bis 3C verständlich wird, dehnt sich das Betätigungsglied 11 der Piezo-Bauart aus, wenn die Kraftstoffeinspritzung begonnen werden soll, genauer gesagt wenn Kraftstoff bei einem verringerten Ventilmaximalhub eingespritzt werden soll, um das Drucksteuerventil 10 in den dritten Zustand (siehe Fig. 3C) zu positionieren. Bei dem dritten Zustand kann der Kraftstoff aus der ersten Drucksteuerkammer 3 fließen. Als Ergebnis wird die resultierende Kraft aus der Kraft des Kraftstoffs in der ersten Drucksteuerkammer 3, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, und der Kraft der Feder 13, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, kleiner als die Kraft des Kraftstoffs in der Kraftstoff-Reservoirkammer 4, die das Nadelventil in die Ventilöffnungsrichtung vorspannt, so dass das Nadelventil 2 geöffnet wird. Des Weiteren wird bei dem dritten Zustand der Abfluss von Kraftstoff aus der zweiten Drucksteuerkammer 6 blockiert. Als Ergebnis wird der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer 6 größer als der Druck in der ersten Drucksteuerkammer 3, so dass der Hubsperrkolben 5 an die untere Anstoßfläche 7c anstößt, was folglich einen verringerten Ventilmaximalhub festlegt (siehe Fig. 4A). Das heißt, das Nadelventil 2 und der Betätigungskolben 2a stoßen an dem Hubsperrkolben 5 an, der in dem in Fig. 4A dargestellten Zustand positioniert ist, um die Kraftstoffeinspritzung durchzuführen.

Wenn Kraftstoff bei einem gesteigerten Ventilmaximalhub eingespritzt werden soll, wird nachfolgend das Betätigungsglied 11 der Piezo-Bauart geringfügig zusammengezogen, um das Drucksteuerventil 10 in den zweiten Zustand (Fig. 3B) zu positionieren. Bei dem zweiten Zustand kann Kraftstoff aus der ersten Drucksteuerkammer 3 wie bei dem oben beschriebenen dritten Zustand fließen. Daher wird die resultierende Kraft aus der Kraft des Kraftstoffs in der ersten Drucksteuerkammer 3, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, und der Kraft der Feder 13, die das Nadelventil 2 die Ventilschließrichtung Vorspannt, kleiner als die Kraft des Kraftstoffs in der Kraftstoff-Reservoirkammer 4, die das Nadelventil 2 in die Ventilöffnungsrichtung vorspannt, so dass der offene Zustand des Nadelventils 2 erhalten wird. Bei dem zweiten Zustand kann jedoch Kraftstoff auch aus der zweiten Drucksteuerkammer 6 fließen. Daher sinkt der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer 6 auf die im Wesentlichen selbe Höhe wie der Druck in der ersten Drucksteuerkammer 3. Daher wird aufgrund des Drucks in der Kraftstoff-Reservoirkammer 4 der Hubsperrkolben 5 ebenso wie das Nadelventil 2 und der Betätigungskolben 2a nach oben vorgespannt. Das heißt, das Nadelventil 2, der Betätigungskolben 2a und der Hubsperrkolben 5 werden nach oben bewegt, bis der Hubsperrkolben 5 an die obere Anstoßfläche 7d anstößt. Folglich wird der Ventilmaximalhub von dem in Fig. 4A angedeuteten um einen Betrag der Hubhöhe t des Hubsperrkolbens 5 (in Fig. 4B angedeutet) gesteigert. Bei diesem gesteigerten Ventilmaximalhub wird die Kraftstoffeinspritzung durchgeführt.

Wenn die Kraftstoffeinspritzung angehalten werden soll, wird das Betätigungsglied 11 der Piezo-Bauart weiter zusammengezogen, um das Drucksteuerventil 10 in den ersten Zustand (Fig. 3A) zu positionieren. Bei dem ersten Zustand ist der Abfluss von Kraftstoff aus der ersten Drucksteuerkammer 3 und der zweiten Drucksteuerkammer 6 in den Kraftstoffrückführdurchgang 21 blockiert. Als Ergebnis wird die resultierende Kraft aus der Kraft des Kraftstoffs in der ersten Drucksteuerkammer 3, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, und der Kraft der Feder 13, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, größer als die Kraft des Kraftstoffs in der Kraftstoff-Reservoirkammer 4, die das Nadelventil 2 in die Ventilöffnungsrichtung vorspannt, so dass das Nadelventil geschlossen wird.

sen wird. Die erste Drucksteuerkammer 3 und die erste Einlassmündung 30, und die zweite Drucksteuerkammer 6 und die zweite Einlassmündung 32 sind so ausgebildet, dass der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer 6 schneller ansteigt als der Druck in der ersten Drucksteuerkammer 3, wenn von dem zweiten Zustand zu dem ersten Zustand übergegangen wird. Genauer gesagt ist die zweite Drucksteuerkammer 6 mit einer geringeren Kapazität versehen als die erste Drucksteuerkammer 3. Als Ergebnis wird der Hubsperrkolben 5 nach unten bewegt, so dass er an die untere Anstoßfläche 7c (Fig. 4A) vor dem Ende der laufenden Kraftstoffeinspritzung stößt, um Kraftstoff bei einem verringerten Ventilmaximalhub einzuspritzen, wenn die nachfolgende Kraftstoffeinspritzung beginnt.

Folglich ändert dieses Ausführungsbeispiel durch die Verwendung des Betätigungsglieds 11 der Piezo-Bauart den bei vollständigem Öffnen des Nadelventils 2 vorliegenden Maximalhub durch Ändern der Beziehung zwischen dem Druck in der ersten Drucksteuerkammer 3, der den Hubsperrkolben 5 in die den Ventilmaximalhub steigernde Richtung vorspannt, und dem Druck in der zweiten Drucksteuerkammer 6, der den Hubsperrkolben 5 in die den Ventilmaximalhub verringernde Richtung vorspannt. Das heißt, der Ventilmaximalhub kann durch Ändern lediglich der Beziehung zwischen dem Druck in der ersten Drucksteuerkammer 3 und dem Druck in der zweiten Drucksteuerkammer 6 ohne die Notwendigkeit geändert werden, den Kraftstoffzufuhrdruck zu dem Kraftstoffeinspritzgerät zu ändern. Da des Weiteren die Größen, die geändert werden sollen, um den Ventilmaximalhub zu ändern, der Druck in der ersten Drucksteuerkammer 3 und der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer 6 sind, erfährt das Ausführungsbeispiel keine Veränderung hinsichtlich des Ventilmaximalhubs, die durch eine Temperaturänderung verursacht wird, im Gegensatz zu einem Gerät, bei welchem der Ventilmaximalhub durch Ändern der Längenausdehnung von einem Betätigungsglied der Piezo-Bauart geändert wird. Folglich kann das Ausführungsbeispiel den bei vollständigem Öffnen des Einspritzöffnungsventils vorliegenden Ventilmaximalhub ändern ohne notwendigerweise den Kraftstoffzufuhrdruck zu dem Kraftstoffeinspritzgerät zu ändern. Das Ausführungsbeispiel kann außerdem den bei vollständigem Öffnen vorliegenden Maximalhub des Einspritzöffnungsventils sogar bei einer Temperaturänderung genau steuern.

Des Weiteren dient bei diesem Ausführungsbeispiel die erste Drucksteuerkammer 3 nicht nur dazu, den Hubsperrkolben 5 in die den Ventilmaximalhub steigernde Richtung vorzuspannen, sondern auch dazu, das Nadelventil in die Ventilschließrichtung vorzuspannen. Folglich ist es bei diesem Ausführungsbeispiel nicht notwendig, gesonderte Einrichtungen für das Vorspannen des Hubsperrkolbens 5 in die den Ventilmaximalhub steigernde Richtung und für das Vorspannen des Nadelventils 2 in die Ventilschließrichtung vorzusehen.

Des Weiteren ist bei dem Ausführungsbeispiel ein Mittelachsenabweichungstoleranzraum zwischen einem Außendurchmesser von einem unteren Endabschnitt von dem Hubsperrkolben 5 vorgesehen, der an einem unteren Ende oder in der Nähe eines unteren Endes von dem Hubsperrkolben 5 an seine Achse ausgerichtet angeordnet ist, und einem Innendurchmesser des zweiten Zylinderelements 7b (siehe Fig. 2) vorgesehen. Sogar wenn eine Mittelachsenabweichung zwischen den Elementen 7a, 7b des Zylinders 7 auftritt, wird daher die Mittelachsenabweichung durch den Achsenabweichungstoleranzraum aufgenommen. Daher wird ein Zusammenstoß zwischen dem unteren Ende des Hubsperrkolbens und einer Randfläche von dem Element 7b trotz eines gewissen Betrags einer Achsenabweichung da-

zwischen vermieden.

Des Weiteren sind in dem Ausführungsbeispiel die obere Anstoßfläche 7d, an welcher der Hubsperrkolben anstößt, wenn der Ventilmaximalhub gesteigert wird, und die untere Anstoßfläche 7c, an welcher der Hubsperrkolben 5 anstößt, wenn der Ventilmaximalhub verringert wird, durch Grenzflächen von Elementen ausgebildet, die den Zylinder 7 ausbilden (siehe Fig. 2). Daher erlaubt im Vergleich mit einem Aufbau, bei dem die Anstoßflächen, an denen der Hubsperrkolben anstößt, getrennt an Innenwandflächen des Zylinders ausgebildet sind, das Ausführungsbeispiel Verbesserungen hinsichtlich der Präzision der Anstoßflächen (Lagepräzision, Ebenheit, Oberflächenrauigkeit, Winkligkeit und dergleichen), und erlaubt die Reduzierung der Kosten für die Bearbeitung der Anstoßflächen.

Des Weiteren vereinfachen bei dem Ausführungsbeispiel die Trennvereinfachungsvertiefungen 5a und das Trennvereinfachungsloch 5b eine Trennung der oberen Fläche des Betätigungskolbens 2a von der unteren Fläche von dem Hubsperrkolben 5, wenn der Betätigungskolben 2a von dem Hubsperrkolben 5 getrennt werden soll, nachdem der Betätigungskolben 2a an dem Hubsperrkolben 5 angestoßen ist. Folglich vermeidet das Ausführungsbeispiel eine Verzögerung hinsichtlich der Trennung der oberen Fläche des Betätigungskolbens 2a von der unteren Anstoßfläche des Hubsperrkolbens 5, und vermeidet daher eine Verzögerung hinsichtlich der Öffnung des Nadelventils 2. Bei einer verbesserten Abwandlung des Ausführungsbeispiels hat die obere Fläche des Hubsperrkolbens ebenso wie seine untere Fläche Trennvereinfachungsvertiefungen und ein Trennvereinfachungsloch.

Des Weiteren wird bei diesem Ausführungsbeispiel am Ende des Schließvorgangs des Nadelventils 2 der Hubsperrkolben 5 so positioniert, dass er an der Seite der Ventilmaximalhubverringering anstößt. Daher wird sichergestellt, dass der Hubsperrkolben 5 an der Seite der Ventilmaximalhubverringering positioniert wird, wenn die nächste Kraftstoffeinspritzung beginnt, d. h. wenn Kraftstoff bei einem verringerten Ventilmaximalhub des Nadelventils 2 eingespritzt werden soll, d. h. ein verringerter Betrag des Hubs von dem Nadelventil 2 während des vollständig geöffneten Zustands vorgesehen ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die zweite Drucksteuerkammer 6 mit einer geringeren Kapazität versehen als die erste Drucksteuerkammer 3, um sicherzustellen, dass der Hubsperrkolben 5 an der Seite der Ventilmaximalhubverringering positioniert wird, wenn die nächste Kraftstoffeinspritzung beginnt. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann jedoch diese Wirkung durch Vorsehen der zweiten Einlassmündung 32 mit einer größeren Querschnittsfläche als der von der ersten Einlassmündung 30 erreicht werden, so dass der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer 6 schneller ansteigt als der Druck in der ersten Drucksteuerkammer 3.

Fig. 5 zeigt eine vergrößerte der Ansicht von Fig. 2 ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem zweiten Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung.

In Fig. 5 stellen die gleichen Bezugszeichen wie die in den Fig. 1 bis 4 verwendeten die gleichen Abschnitte und Komponenten wie die in den Fig. 1 bis 4 gezeigten dar. Ein Betätigungskolben 102a ist oberhalb von einem Nadelventil 2 angeordnet. Ein Hubsperrkolben 105 stellt den Ventilmaximalhub des Nadelventils 2 ein, d. h. den Betrag des Hubs, der bei vollständigem Öffnen des Nadelventils 2 vorliegt. Genauer gesagt wird die Position, die von dem Nadelventil 2 angenommen wird, wenn der Betätigungskolben 102a an den an eine vorbestimmte Position gesetzten Hubsperrkolben 105 anstößt, eine Ventilmaximalhubposition. Der Hub-

sperrkolben 105 wird in die Ventilmaximalhubsteigerung durch den Druck in einer ersten Drucksteuerkammer 3 vorgespannt und durch eine Feder 150 und den Druck in einer zweiten Drucksteuerkammer 6 in die Ventilmaximalhub verringernde Richtung vorgespannt. Eine erste Einlassmündung (verengter Abschnitt) 130 leitet Kraftstoff in die erste Drucksteuerkammer 3. Eine erste Auslassmündung 131 leitet Kraftstoff aus der ersten Drucksteuerkammer 3. Eine zweite Einlassmündung 132 leitet Kraftstoff in die zweite Drucksteuerkammer 6.

Wenn das Drucksteuerventil 10 von dem zweiten Zustand (siehe Fig. 3B) in den ersten Zustand (siehe Fig. 3A) wie in Fig. 5 gezeigt ist, versetzt wird, wird bei diesem Ausführungsbeispiel die resultierende Kraft aus der Kraft des Kraftstoffs in der zweiten Drucksteuerkammer 6, die den Hubsperrkolben 105 nach unten vorspannt, und der Kraft der Feder 150, die den Hubsperrkolben 105 nach unten vorspannt, größer als die Kraft des Kraftstoffs in der ersten Drucksteuerkammer 3, die den Hubsperrkolben 105 nach oben vorspannt. Als Ergebnis wird der Hubsperrkolben 105 nach unten vorgespannt, so dass er an eine untere Anstoßfläche 7c vor dem Ende der laufenden Kraftstoffeinspritzung anstößt, so dass Kraftstoff bei einem verringerten Ventilmaximalhub zu Beginn der nächsten Kraftstoffeinspritzung eingespritzt wird.

Die Fig. 6A und 6B zeigen vergrößerte der Ansicht von Fig. 2 ähnliche Ansichten von Abschnitten von einem dritten Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzgeräts der Erfindung. In den Fig. 6A und 6B stellen die gleichen Bezugszeichen wie die in den Fig. 1 bis 5 verwendeten die gleichen Abschnitte und Komponenten wie die in den Fig. 1 bis 5 gezeigten dar. Ein Hubsperrkolben 205 stellt den Ventilmaximalhub von einem Nadelventil 2 ein, d. h. einen Betrag des Hubs, der bei vollständigem Öffnen des Nadelventils 2 vorliegt. Eine untere Anstoßfläche 207c ist an einer inneren Wandfläche des Zylinders 7 ausgebildet. Wenn der Druck in einer ersten Drucksteuerkammer 3 niedriger als der Druck in einer zweiten Drucksteuerkammer 6 ist, wird bei diesem Ausführungsbeispiel der Hubsperrkolben 205 nach unten gedrückt und wird nach unten bewegt, bis der Hubsperrkolben 205 an die untere Anstoßfläche 207c stößt.

Fig. 7 zeigt eine vergrößerte der Ansicht von Fig. 2 ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem vierten Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung. In Fig. 7 stellen die gleichen Bezugszeichen wie die in den Fig. 1 bis 6 verwendeten die gleichen Abschnitte und Komponenten wie die in den Fig. 1 bis 6 gezeigten dar. Ein Hubsperrkolben 305 stellt den Ventilmaximalhub von einem Nadelventil 2 ein, d. h. den Betrag des Hubs, der bei vollständigem Öffnen des Nadelventils 2 vorliegt. Der Hubsperrkolben 305 von diesem Ausführungsbeispiel hat keine Trennvereinfachungsvertiefungen 5a und kein Trennvereinfachungsloch 5b im Gegensatz zu dem Hubsperrkolben 5 des ersten Ausführungsbeispiels.

Fig. 8 zeigt eine vergrößerte der Ansicht von Fig. 2 ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem fünften Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung. In Fig. 8 stellen die gleichen Bezugszeichen wie die in den Fig. 1 bis 7 dargestellten die gleichen Abschnitte und Komponenten wie die in den Fig. 1 bis 7 gezeigten dar. Ein Hubsperrkolben 405 stellt den Ventilmaximalhub von einem Nadelventil 2 ein, d. h. den Betrag des Hubs, der bei vollständigem Öffnen des Nadelventils 2 vorliegt. Eine zweite Einlassmündung 432 ist in dem Hubsperrkolben 405 ausgebildet, um Kraftstoff in eine zweite Drucksteuerkammer 6 zu leiten. Ein Rückschlagventil 450 ist in dem Hubsperrkolben 405 angeordnet.

Bei diesem Ausführungsbeispiel erstreckt sich die zweite

Einlassmündung 432 axial mit dem Hubsperrkolben 405. Das heißt die zweite Einlassmündung 432, der Hubsperrkolben 405 und der Zylinder 7, der den Hubsperrkolben 405 führt, sind koaxial zueinander angeordnet. Verglichen mit einem Aufbau, bei dem die Achsen von diesen Abschnitten nicht koaxial angeordnet sind und daher die Bearbeitung oder Herstellung in diagonale Richtungen oder desgleichen erfordern, vereinfacht daher dieses Ausführungsbeispiel die Bearbeitung oder Herstellung und erlaubt Verbesserungen hinsichtlich der Herstellungspräzision. Da des Weiteren die zweite Einlassmündung 432 innerhalb des Hubsperrkolbens 405 ausgebildet ist, erlaubt dieses Ausführungsbeispiel eine Reduktion der Gesamtgröße des Geräts im Vergleich mit einem Aufbau, bei dem eine zweite Einlassmündung in dem Zylinder gesondert von dem Hubsperrkolben 405 vorgesehen ist. Noch weiter ist eine zweite Auslassmündung 33 in einem ersten Zylinderelement 407a nicht in einem gesonderten Element vorgesehen. Daher wird die Anzahl der benötigten Bauteile reduziert und die Abschnitte der zweiten Drucksteuerkammer 6, die abgedichtet werden müssen, wird reduziert und daher wird die Abdichtungszuverlässigkeit verbessert.

Fig. 9 zeigt eine vergrößerte der Ansicht von Fig. 2 ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem sechsten Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung. In Fig. 9 stellen die gleichen Bezugszeichen wie die in den Fig. 1 bis 8 verwendeten die gleichen Abschnitte und Komponenten wie die in den Fig. 1 bis 8 gezeigten dar. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind alle Mündungen 30, 31, 432, 33 so angeordnet, dass ihre Achsen parallel zu der Achse von einem Zylinder 7 oder senkrecht zu der Achse von einem Zylinder 7 sind. Daher erlaubt das sechste Ausführungsbeispiel eine höhere Präzision hinsichtlich der Herstellung oder Bearbeitung der Mündungen 30, 31, 432, 33, als das fünfte Ausführungsbeispiel.

Fig. 10 zeigt eine vergrößerte der Ansicht von Fig. 2 ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem siebten Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung. In Fig. 10 stellen die gleichen Bezugszeichen wie die in den Fig. 1 bis 9 verwendeten die gleichen Abschnitte und Komponenten wie die in den Fig. 1 bis 9 gezeigten dar. Bei diesem Ausführungsbeispiel stellt ein Drucksteuerventil 510 den Druck in einer ersten Drucksteuerkammer 3 und den Druck in einer zweiten Drucksteuerkammer 6 ein. Das Drucksteuerventil 510 ist aus einem stabähnlichen Element 510a und einem Kugelelement 510b ausgebildet. Das Kugelelement 510b steht in Kontakt mit einem ebenen Abschnitt 560 des stabähnlichen Elements 510a. Da das Drucksteuerventil 510 bei diesem Ausführungsbeispiel mit dem ebenen Abschnitt 560 versehen ist, wie in Fig. 10 gezeigt ist, kann das Kugelelement 510b an dem ebenen Abschnitt 560 rollen, wenn das Drucksteuerventil 510 in dem dritten Zustand positioniert ist (siehe Fig. 3C). Daher schließt das an dem ebenen Abschnitt 560 rollende Kugelelement 510b zuverlässig die zweite Auslassmündung 33, wenn das Drucksteuerventil 510 in dem dritten Zustand positioniert ist, sogar wenn das stabähnliche Element 510a und eine zweite Auslassmündung 33 nicht koaxial zueinander angeordnet sind. Des Weiteren ist ein Wandabschnitt um den ebenen Abschnitt 560 vorgesehen, wodurch verhindert wird, dass das Kugelelement 510b sich aus dem ebenen Abschnitt 560 heraus bewegt.

Fig. 11 zeigt eine Darstellung eines Gesamtaufbaus von einem achten Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung. Fig. 12 zeigt eine vergrößerte Ansicht von in Fig. 11 gezeigten Abschnitten. In den Fig. 11 und 12 stellen die gleichen Bezugszeichen wie die in den Fig. 1 bis 10 verwendeten die gleichen Abschnitte und

Komponenten wie die in den Fig. 1 bis 10 gezeigten dar. Bei diesem Ausführungsbeispiel mit ein erstes Drucksteuerventil 610a den Druck in einer ersten Drucksteuerekammer 3 ein. Ein zweites Drucksteuerventil 610b stellt den Druck in einer zweiten Drucksteuerekammer 6 ein. Ein Betätigungsglied 611 der Solenoid-Bauart spannt das erste Drucksteuerventil 610a und das zweite Drucksteuerventil 610b in die Ventilöffnungsrichtung vor. Eine erste Feder 670 spannt das erste Drucksteuerventil 610a in die Ventilschließrichtung vor. Eine zweite Feder 671 spannt das erste Drucksteuerventil 610a und das zweite Drucksteuerventil 610b in die Ventilschließrichtung vor.

Wenn die Kraftstoffeinspritzung begonnen werden soll, genauer gesagt, wenn Kraftstoff bei einem verringerten Ventilmaximalhub eingespritzt werden soll, wird dem Betätigungsglied 611 der Solenoid-Bauart ein derart geringer Strom zugeführt, dass es nur das Drucksteuerventil 610a öffnet, wobei die Kraft der ersten Feder 670 überwunden wird, wie aus den Fig. 11 und 12 ersichtlich ist. Bei diesem Zustand kann Kraftstoff aus der ersten Drucksteuerekammer 3 fließen. Als Ergebnis wird die resultierende Kraft aus der Kraft des Kraftstoffs in der ersten Drucksteuerekammer 3, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, und der Kraft von einer Feder 13, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, kleiner als die Kraft des Kraftstoffs in einer Kraftstoff-Reservoirekammer 4, die das Nadelventil 2 in die Ventilöffnungsrichtung vorspannt, so dass sich das Nadelventil 2 öffnet. Des Weiteren ist bei diesem Zustand der Abfluss von Kraftstoff aus der zweiten Drucksteuerekammer 6 blockiert. Als Ergebnis wird der Druck in der zweiten Drucksteuerekammer 6 größer als der Druck in der ersten Drucksteuerekammer 3, so dass ein Hubsperrkolben 5 an eine untere Anstoßfläche 7c anstößt, wodurch folglich ein verringerter Ventilmaximalhub festgelegt wird (siehe Fig. 4A). Das heißt, das Nadelventil 2 und ein Betätigungskolben 2a stoßen an dem Hubsperrkolben 5 an, der in dem in Fig. 4A dargestellten Zustand positioniert ist, um die Kraftstoffeinspritzung durchzuführen.

Wenn Kraftstoff bei einem gesteigerten Ventilmaximalhub eingespritzt werden soll, wird als nächstes das Betätigungsglied 11 der Piezo-Bauart geringfügig zusammengelenkt und dem Betätigungsglied 611 der Solenoid-Bauart ein großer Strom zugeführt, um das zweite Drucksteuerventil 610b ebenso wie das erste Drucksteuerventil 610a zu öffnen, wobei die Kraft der ersten Feder 670 und der zweiten Feder 671 überwunden wird. Bei diesem Zustand kann der Kraftstoff aus der ersten Drucksteuerekammer 3 fließen, wie bei dem Zustand, bei dem nur das erste Drucksteuerventil 610a geöffnet ist. Daher wird die resultierende Kraft aus der Kraft des Kraftstoffs in der ersten Drucksteuerekammer 3, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, und der Kraft der Feder 13, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, kleiner als die Kraft des Kraftstoffs in der Kraftstoff-Reservoirekammer 4, die das Nadelventil 2 in die Ventilöffnungsrichtung vorspannt, so dass der geöffnete Zustand des Nadelventils 2 erhalten wird. Bei dem Zustand, bei dem das zweite Drucksteuerventil 610b ebenso wie das erste Drucksteuerventil 610a geöffnet ist, kann Kraftstoff jedoch auch aus der zweiten Drucksteuerekammer 6 fließen. Daher verringert sich der Druck in der zweiten Drucksteuerekammer 6 auf die im Wesentlichen selbe Höhe des Drucks in der ersten Drucksteuerekammer 3. Aufgrund des Drucks in der Kraftstoff-Reservoirekammer 4 wird daher der Hubsperrkolben 5 ebenso wie das Nadelventil 2 und der Betätigungskolben 2a nach oben vorgespannt. Das heißt, das Nadelventil 2, der Betätigungskolben 2a und der Hubsperrkolben 5 werden nach oben bewegt, bis der Hubsperrkolben 5 an die obere Anstoßfläche 7d anstößt. Folglich

wird der Ventilmaximalhub von dem in Fig. 4A angedeuteten Ventilmaximalhub um einen Betrag der Hubhöhe t des Hubsperrkolbens 5 gesteigert (angedeutet in Fig. 4B). Bei diesem gesteigerten Ventilmaximalhub wird die Kraftstoffeinspritzung durchgeführt.

Wenn die Kraftstoffeinspritzung angehalten werden soll, dann wird die elektrische Anregung des Betätigungsglieds 611 der Solenoid-Bauart unterbrochen, um das erste Drucksteuerventil 610a und das zweite Drucksteuerventil 610b an vollständig geschlossenen Positionen zu positionieren (siehe Fig. 12). Bei diesem Zustand ist der Abfluss von Kraftstoff aus der ersten Drucksteuerekammer 3 und der zweiten Drucksteuerekammer 6 in einen (nicht gezeigten) Kraftstoff-Rückfuhrdurchgang blockiert. Als Ergebnis wird die resultierende Kraft aus der Kraft des Kraftstoffs in der ersten Drucksteuerekammer 3, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, und der Kraft der Feder 13, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, größer als die Kraft des Kraftstoffs in der Kraftstoff-Reservoirekammer 4, die das Nadelventil 2 in die Ventilöffnungsrichtung vorspannt, so dass das Nadelventil 2 geschlossen wird. Die erste Drucksteuerekammer 3 und die zweite Einlassmündung 30, und die zweite Drucksteuerekammer 6 und die zweite Einlassmündung 32 sind so ausgebildet, dass der Druck in der zweiten Drucksteuerekammer 6 schneller ansteigt als der Druck in der ersten Drucksteuerekammer 3, wenn von dem Zustand, bei dem das erste Drucksteuerventil 610a und das zweite Drucksteuerventil 610b geöffnet ist, zu dem Zustand übergegangen wird, bei dem das erste Drucksteuerventil 610a und das zweite Drucksteuerventil 610b geschlossen sind. Genauer gesagt ist die zweite Drucksteuerekammer 6 mit einer geringeren Kapazität versehen als die erste Drucksteuerekammer 3. Als Ergebnis wird der Hubsperrkolben 5 nach unten bewegt, um an die untere Anstoßfläche 7c vor dem Ende der laufenden Kraftstoffeinspritzung anzustoßen (Fig. 9A), um Kraftstoff bei dem verringerten Ventilmaximalhub einzuspritzen, wenn die nächste Kraftstoffeinspritzung beginnt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird zwischen dem Zustand, bei dem die erste Drucksteuerekammer 3 und die zweite Drucksteuerekammer 6 beide mit Druck beaufschlagt sind, dem Zustand, bei dem die erste Drucksteuerekammer 3 und die zweite Drucksteuerekammer 6 beide druckentlastet sind, und dem Zustand, bei dem die erste Drucksteuerekammer 3 druckentlastet ist und die zweite Drucksteuerekammer 6 mit Druck beaufschlagt ist, gemäß der Größe der Anziehungskraft des einzelnen Betätigungsglieds 611 der Solenoid-Bauart für das Betreiben des ersten Drucksteuerventils 610a und des zweiten Drucksteuerventils 610b übergegangen. Das heißt, die Beziehung zwischen dem Druck in der ersten Drucksteuerekammer 3 und dem Druck in der zweiten Drucksteuerekammer 6 wird gemäß der Größe der Anziehungskraft des einzelnen Betätigungsglieds 611 der Solenoid-Bauart geändert. Das heißt, die Beziehung zwischen dem Druck in der ersten Drucksteuerekammer 3 und dem Druck in der zweiten Drucksteuerekammer 6 kann durch Betreiben des ersten Drucksteuerventils 610a und des zweiten Drucksteuerventils 610b geändert werden, ohne dass notwendigerweise ein Betätigungsglied zum Steuern des Drucks in der ersten Drucksteuerekammer 3 und ein Betätigungsglied zum Steuern des Drucks in der zweiten Drucksteuerekammer 6 gesondert vorgesehen werden muss.

Fig. 13 zeigt eine vergrößerte der Ansicht von Fig. 12 ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem neunten Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung. In Fig. 13 stellen die gleichen Bezugszeichen wie die in den Fig. 1 bis 12 verwendeten die gleichen Abschnitte und Komponenten wie die in den Fig. 1 bis 12 gezeigten dar.

Bei diesem Ausführungsbeispiel verhindert ein Ausgleichskolben 610d das Auftreten von einer Hubkraft an einem ersten Drucksteuerventil 610a aufgrund eines Moments von dem ersten Drucksteuerventil 610a, das auftritt, wenn das erste Drucksteuerventil 610a von einem Betätigungsglied 611 der Solenoid-Bauart angezogen wird. Daher kann dieses Ausführungsbeispiel die zwei Steuerventile 610a, 610b durch Verwendung des einzelnen Betätigungsglieds 611 der Solenoid-Bauart ohne ein Verursachen einer Hubkraft an dem ersten Drucksteuerventil 610a betreiben.

Fig. 14 zeigt eine vergrößerte der Ansicht von Fig. 12 ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem zehnten Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung. In Fig. 14 stellen die gleichen Bezugszeichen wie die in den Fig. 1 bis 13 verwendeten die gleichen Abschnitte und Komponenten wie die in den Fig. 1 bis 13 gezeigten dar. Bei diesem Ausführungsbeispiel hat ein Beschlag 610c' von einem ersten Drucksteuerventil 610a eine obere Fläche, die unterschiedliche Abstände t_1 , t_2 von einer unteren Fläche von einem Betätigungsglied 611 der Solenoid-Bauart festlegt, um das Auftreten von einer Hubkraft an dem ersten Drucksteuerventil 610a aufgrund eines Moments von dem ersten Drucksteuerventil 610a zu verhindern, das auftritt, wenn das erste Drucksteuerventil 610a von dem Betätigungsglied 611 der Solenoid-Bauart angezogen wird. Daher kann dieses Ausführungsbeispiel die zwei Steuerventile 610a, 610b durch Verwenden des einzelnen Betätigungsglieds 611 der Solenoid-Bauart betreiben, ohne dass eine Hubkraft an dem ersten Drucksteuerventil 610a verursacht wird.

Fig. 15 zeigt eine vergrößerte der Ansicht von Fig. 2 ähnliche Ansicht von Abschnitten von einem elften Ausführungsbeispiel von dem Kraftstoffeinspritzgerät der Erfindung. In Fig. 15 stellen die gleichen Bezugszeichen wie die in den Fig. 1 bis 14 verwendeten die gleichen Abschnitte und Komponenten wie die in den Fig. 1 bis 14 gezeigten dar. Ein Betätigungskolben 702a ist oberhalb von einem Nadelventil 2 angeordnet. Ein Hubsperrkolben 705 stellt den Ventilmaximalhub ein, d. h. einen bei vollständigem Öffnen des Nadelventils 2 erreichten Betrag des Hubs von dem Nadelventil 2. Eine zweite Einlassmündung 732 ist in einem Einlassdurchgang ausgebildet, durch welchen Kraftstoff in eine zweite Drucksteuerkammer 6 fließt. Eine zweite Auslassmündung 733 ist in einem Auslassdurchgang ausgebildet, durch welchen Kraftstoff aus der zweiten Drucksteuerkammer 6 fließt. Eine Verbindungsdurchgangsöffnung 734 ist in einem Verbindungsdurchgang ausgebildet, der den Einlassdurchgang und den Auslassdurchgang miteinander verbindet.

Die Fig. 16A und 16B stellen einen Zustand dar, bei welchem ein Drucksteuerventil 10 in einem zweiten Zustand positioniert ist, und einen Zustand, der unmittelbar nach dem Übergang das Drucksteuerventil 10 von dem zweiten Zustand zu einem ersten Zustand zum Schließen des Nadelventils 2 auftritt. Genauer gesagt stellt Fig. 16A Ströme von durch die zweite Auslassmündung 733 laufenden Kraftstoffs und dergleichen dar, wenn das Drucksteuerventil 10 in dem zweiten Zustand positioniert ist, d. h. wenn Kraftstoff bei einem gesteigerten Ventilmaximalhub eingespritzt werden soll. Fig. 16B stellt Ströme von durch die zweite Auslassmündung 733 laufenden Kraftstoffs und dergleichen dar, unmittelbar nachdem das Drucksteuerventil 10 von dem zweiten Zustand zu dem ersten Zustand übergegangen ist, d. h. wenn die Kraftstoffeinspritzung angehalten werden soll.

Unter Bezugnahme auf Fig. 16A wird das Betätigungsglied 11 der Piezo-Bauart geringfügig zusammengezogen, um das Drucksteuerventil 10 in den zweiten Zustand wie bei

dem ersten Ausführungsbeispiel zu positionieren (Fig. 3B), wenn Kraftstoff bei einem gesteigerten Ventilmaximalhub eingespritzt werden soll. Bei dem zweiten Zustand kann der Kraftstoff aus der ersten Drucksteuerkammer 3 fließen. Daher wird die resultierende Kraft aus der Kraft des Kraftstoffs in der ersten Drucksteuerkammer 3, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, und der Kraft der Feder 13, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, kleiner als die Kraft des Kraftstoffs in der Kraftstoff-Reservoirkammer 4, die das Nadelventil 2 in die Ventilöffnungsrichtung vorspannt, so dass der offene Zustand des Nadelventils 2 erhalten wird. Bei dem zweiten Zustand kann der Kraftstoff außerdem aus der zweiten Drucksteuerkammer 6 fließen. Das heißt, Kraftstoff fließt durch die zweite Auslassmündung 733 aus der zweiten Drucksteuerkammer 6 heraus. Daher verringert sich der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer 6 auf die im Wesentlichen selbe Höhe wie der Druck in der ersten Drucksteuerkammer 3. Aufgrund des Drucks in der Kraftstoff-Reservoirkammer 4 wird daher der Hubsperrkolben 705 ebenso wie das Nadelventil 2 und der Betätigungskolben 702a nach oben vorgespannt. Das heißt, das Nadelventil 2, der Betätigungskolben 702a und der Hubsperrkolben 705 werden nach oben bewegt, bis der Hubsperrkolben 705 an die obere Anstoßfläche 7d anstößt.

Wenn die Kraftstoffeinspritzung, wie in Fig. 16B gezeigt ist, angehalten werden soll, wird das Betätigungsglied 11 der Piezo-Bauart weiter zusammengezogen, um das Drucksteuerventil 10 von dem zweiten Zustand zu dem ersten Zustand wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel zu bringen (Fig. 3A). Zu dem Zeitpunkt der Zustandsänderung wird das Drucksteuerventil 10 geschlossen, so dass Kraftstoff, der durch die Verbindungsdurchgangsöffnung 734 gelaufen ist, nicht in eine das Kugelelement 10b umgebende Kammer eintreten kann, sondern er fließt zurück in die zweite Drucksteuerkammer 6 durch die zweite Auslassmündung 733. Verglichen mit einem Fall, bei dem ein Verbindungsdurchgang nicht vorgesehen ist, fließt daher Kraftstoff nicht zurück durch die zweite Auslassmündung 33 (Fig. 2, usw.) wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel, und daher kann bei diesem Ausführungsbeispiel der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer 6 schneller erhöht werden. Bei dem ersten Zustand wird die resultierende Kraft aus der Kraft des Kraftstoffs in der ersten Drucksteuerkammer 3, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, und der Kraft der Feder 13, die das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorspannt, größer als die Kraft des Kraftstoffs in der Kraftstoff-Reservoirkammer 4, die das Nadelventil 2 in die Ventilöffnungsrichtung vorspannt, so dass das Nadelventil 2 wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel geschlossen wird. Daher wird bei diesem Ausführungsbeispiel das Nadelventil 2 schneller geschlossen und die Kraftstoffeinspritzung schneller angehalten als bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die zweite Drucksteuerkammer 6 mit dem Einlassdurchgang mit der zweiten Einlassmündung 732 und mit dem Auslassdurchgang mit der zweiten Auslassmündung 733 versehen, wie oben beschrieben ist. Der Einlassdurchgang und der Auslassdurchgang sind miteinander über den Verbindungsdurchgang verbunden, der die Verbindungsdurchgangsöffnung 734 aufweist. Wenn das Nadelventil 2 von dem offenen Zustand zu dem geschlossenen Zustand gebracht wird, d. h. zu dem Zeitpunkt des Übergangs von dem zweiten Zustand (Fig. 3B), bei dem der Auslassdurchgang geschlossen ist, fließt daher aus dem Einlassdurchgang geflossener und durch den

Verbindungsdurchgang gelangt der Kraftstoff augenblicklich durch die zweite Auslassmündung 733 des Auslassdurchgangs in eine umgekehrte Richtung, um in die zweite Drucksteuerkammer 6 einzutreten. Daher kann zu dem Zeitpunkt des Übergangs des Nadelventils 2 von dem offenen Zustand zu dem geschlossenen Zustand der Hubsperrkolben 5 in die den Ventilmaximalhub verringemde Richtung vorgespannt werden (nach unten in Fig. 16B), so dass das Nadelventil 2 in die Ventilschließrichtung vorgespannt werden kann. Das heißt, aufgrund des durch den Auslassdurchgang zurück in die zweite Drucksteuerkammer 6 fließenden Kraftstoffs kann bei diesem Ausführungsbeispiel das Nadelventil schneller als bei einem Aufbau geschlossen werden, bei dem ein Verbindungsdurchgang nicht vorgesehen ist. Da die Verbindungsdurchgangsmündung 734 in dem Verbindungsdurchgang ausgebildet ist, wird des Weiteren im Wesentlichen verhindert, dass durch den Einlassdurchgang eingeflossener Kraftstoff über den Verbindungsdurchgang herausgeleitet wird, ohne in die zweite Drucksteuerkammer 6 zu fließen.

Während die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf deren bevorzugte Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist es verständlich, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsbeispiele oder Aufbauarten beschränkt ist. Dagegen ist mit der Erfindung beabsichtigt, verschiedene Abwandlungen und ähnliche Anordnungen abzudecken. Während die verschiedenen Elemente der offenbarten Erfindung in verschiedenen Kombinationen und Zusammensetzungen gezeigt sind, welche beispielhaft sind, liegen außerdem andere Kombinationen und Aufbauarten mit mehreren, weniger oder nur einem einzelnen Ausführungsbeispiel ebenso innerhalb des Anwendungsbereichs der vorliegenden Erfindung.

Das Kraftstoffeinspritzgerät hat das Nadelventil 2 zum Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung, die erste Drucksteuerkammer 3 zum Vorspannen des Nadelventils 2 in die Ventilschließrichtung, die Kraftstoffreservoirkammer 4 zum Vorspannen des Nadelventils 2 in die Ventilöffnungsrichtung und den Hubsperrkolben 5 zum Einstellen des Ventilmaximalhubs, das heißt des bei vollständigem Öffnen des Nadelventils 2 erreichten Betrags des Hubs des Nadelventils 2. Der Hubsperrkolben 5 wird in die den Ventilmaximalhub steigernde Richtung durch die erste Drucksteuerkammer 3 vorgespannt und wird in die den Ventilmaximalhub verringemde Richtung durch die zweite Drucksteuerkammer 6 vorgespannt. Der Ventilmaximalhub wird durch Ändern der Beziehung zwischen dem Druck in der ersten Drucksteuerkammer 3 und dem Druck in der zweiten Drucksteuerkammer 6 geändert.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzgerät mit einem Einspritzöffnungsventil (2) für ein Öffnen und Schließen einer Kraftstoffeinspritzöffnung (1), einer in die Ventilschließrichtung wirkenden Vorspanneinrichtung (3; 13) für ein Vorspannen des Einspritzöffnungsventils (2) in eine Ventilschließrichtung, einer in Ventilöffnungsrichtung wirkenden Vorspanneinrichtung (4) für ein Vorspannen des Einspritzöffnungsventils (2) in eine Ventilöffnungsrichtung, und einer Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung (5) für ein Einstellen eines Ventilmaximalhubs, der ein Betrag des Hubs des Einspritzöffnungsventils (2) ist, der bei vollständigem Öffnen des Einspritzöffnungsventils (2) erreicht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste Drucksteuerkammer (3) zum Vorspannen der

Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung (5) in eine den Ventilmaximalhub steigernde Richtung und eine zweite Drucksteuerkammer (6) für ein Vorspannen der Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung (5) in eine den Ventilmaximalhub verringemde Richtung vorgesehen sind,

wobei der Ventilmaximalhub durch ein Ändern einer Beziehung zwischen einem Druck in der ersten Drucksteuerkammer (3) und einem Druck in der zweiten Drucksteuerkammer (6) einstellbar ist.

2. Kraftstoffeinspritzgerät gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die in Ventilschließrichtung wirkende Vorspanneinrichtung (3; 13) zumindest teilweise durch die erste Drucksteuerkammer (3) ausgebildet ist.

3. Kraftstoffeinspritzgerät gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung (5) ein Hubsperrkolben ist, der durch einen Zylinder (7) geführt ist, und ein Achsenabweichungstoleranzraum zwischen einem Innendurchmesser von dem Zylinder (7) und einem Außendurchmesser von einem axialen Endabschnitt des Hubsperrkolbens (5) vorgesehen ist.

4. Kraftstoffeinspritzgerät gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung (5) ein Hubsperrkolben ist, der durch einen Zylinder (7) geführt ist, der durch eine Vielzahl von Elementen (7a, 7b) ausgebildet ist, und

dass der Hubsperrkolben (5) an eine Grenzfläche (7c) von zumindest einer (7b) der Vielzahl der Elemente (7a, 7b) anstößt, die den Zylinder (7) ausbilden, wenn der Ventilmaximalhub gesteigert wird oder wenn der Ventilmaximalhub verringert wird.

5. Kraftstoffeinspritzgerät gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung (5) ein Hubsperrkolben ist,

wobei der Ventilmaximalhub des Einspritzöffnungsventils (2) durch ein Anstoßen von dem Einspritzöffnungsventil (2) an dem Hubsperrkolben (5) festgelegt ist, und dass

eine Trennvereinfachungseinrichtung (5a; 5b) für ein Vereinfachen einer Trennung bzw. Beabstandung des Einspritzöffnungsventils (2) von dem Hubsperrkolben (5), wenn das Einspritzöffnungsventil (2) nach dem Anstoßen an den Hubsperrkolben (5) von dem Hubsperrkolben (5) getrennt werden soll, vorgesehen ist.

6. Kraftstoffeinspritzgerät gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung (5) ein Hubsperrkolben ist, wobei

am Ende von einem Schließvorgang des Einspritzöffnungsventils (2) der Hubsperrkolben positioniert ist, um in der den Ventilmaximalhub verringemde Richtung anzustoßen.

7. Kraftstoffeinspritzgerät gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass am Ende des Schließvorgangs des Einspritzöffnungsventils (2) der Druck in der zweiten Drucksteuerkammer (6) schneller ansteigt als der Druck in der ersten Drucksteuerkammer (3).

8. Kraftstoffeinspritzgerät gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilmaximalhub-Einstelleinrichtung (5) ein Hubsperrkolben ist, und dass sich ein Einlassdurchgang (432) der zweiten Drucksteuerkammer (6) innerhalb des Hubsperrkolbens koaxial mit dem Hubsperrkolben erstreckt.

9. Kraftstoffeinspritzgerät gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Drucksteuerventil für ein Steuern des Drucks in der ersten Drucksteuerkammer (3) und ein zweites Drucksteuerventil für ein Steuern des Drucks in der zweiten Drucksteuerkammer (6) vorgesehen sind, wobei das erste Drucksteuerventil und das zweite Drucksteuerventil durch ein Betätigungsglied (11) betrieben werden, wobei gemäß einer Antriebskraft von dem Betätigungsglied (11) ein Druckzustand in den Zustand, bei welchem die erste Drucksteuerkammer (3) und die zweite Drucksteuerkammer (6) mit Druck beaufschlagt sind, den Zustand, bei welchem die erste Drucksteuerkammer (3) und die zweite Drucksteuerkammer (6) druckentlastet sind, oder den Zustand, bei welchem die erste Drucksteuerkammer (3) druckentlastet ist und die zweite Drucksteuerkammer (6) mit Druck beaufschlagt ist, bringbar ist.
10. Kraftstoffeinspritzgerät gemäß Anspruch 9, gekennzeichnet durch eine Hubkraft-Verhinderungseinrichtung (610c) für ein Verhindern eines Auftretens von einer Hubkraft an dem ersten Drucksteuerventil oder dem zweiten Drucksteuerventil, die durch das Betätigungsglied (611) betrieben werden.
11. Kraftstoffeinspritzgerät gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Drucksteuerkammer (6) mit einem Einlassdurchgang und einem Auslassdurchgang versehen ist, und der Einlassdurchgang und der Auslassdurchgang miteinander durch einen Verbindungsdurchgang verbunden sind und der Verbindungsdurchgang einen verengten Abschnitt (734) hat.

Hierzu 16 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

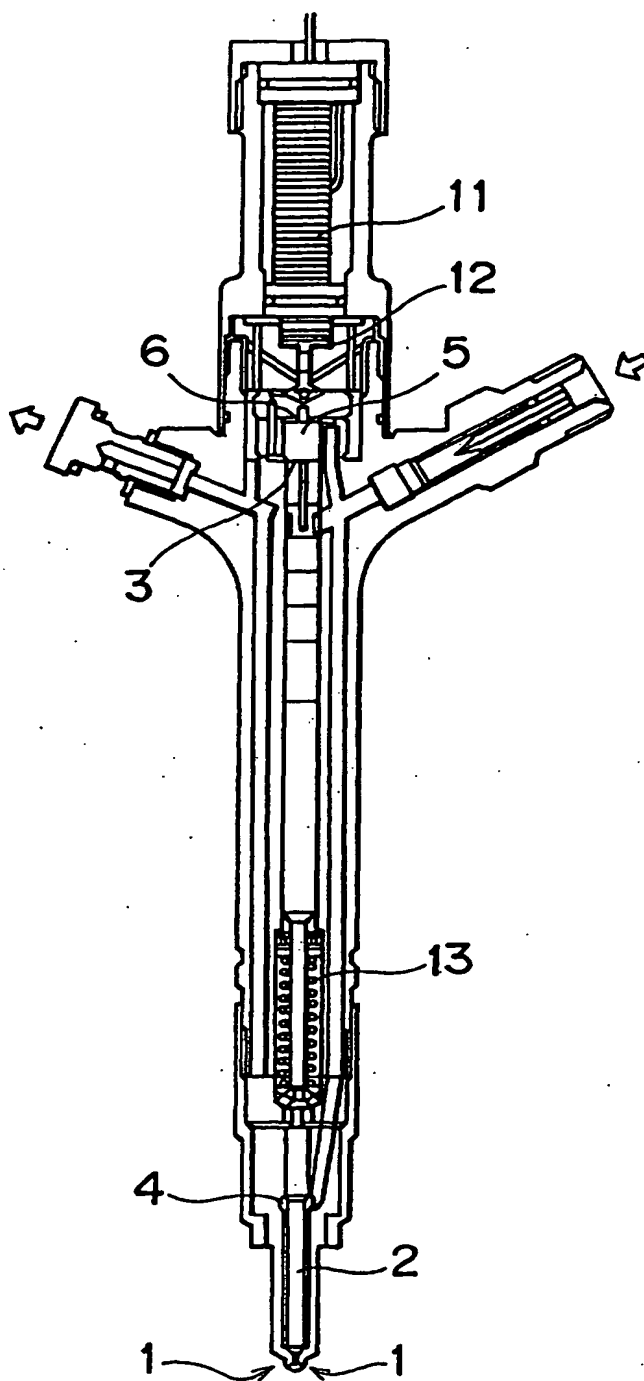


FIG. 2

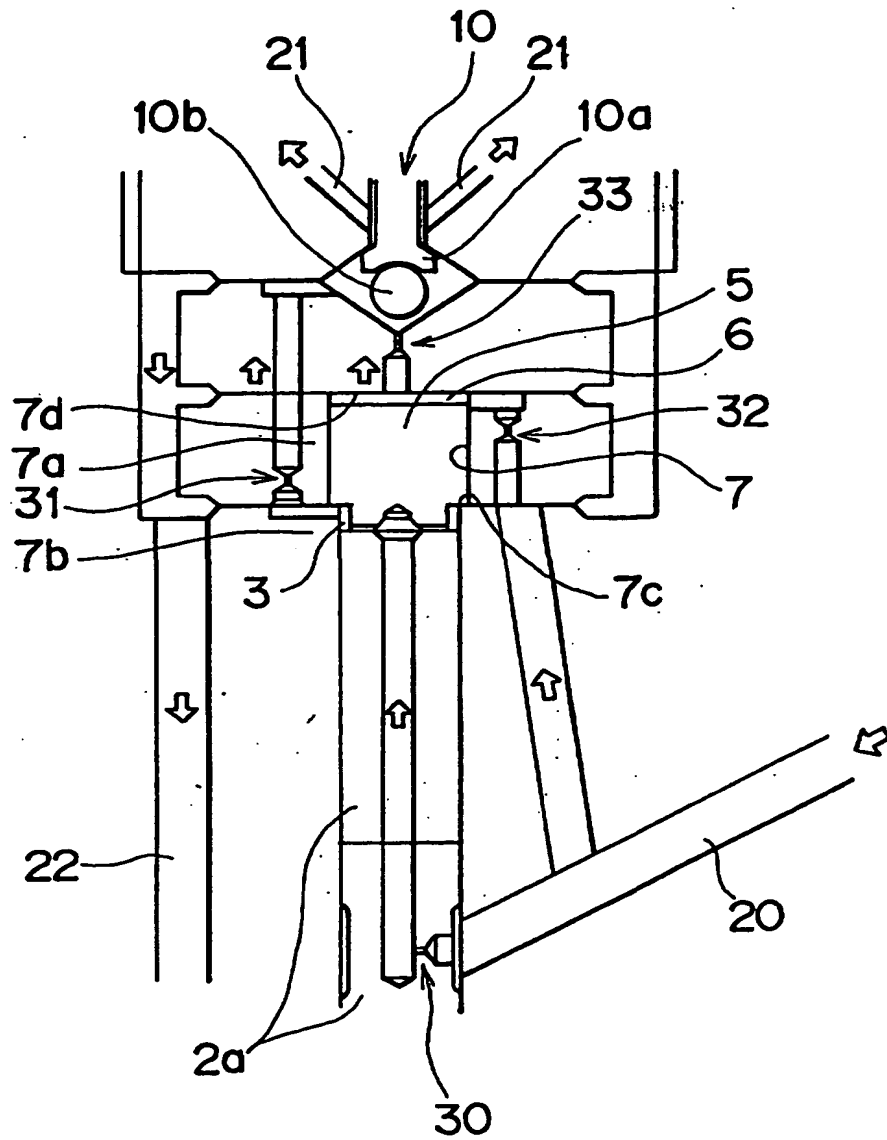


FIG. 3A

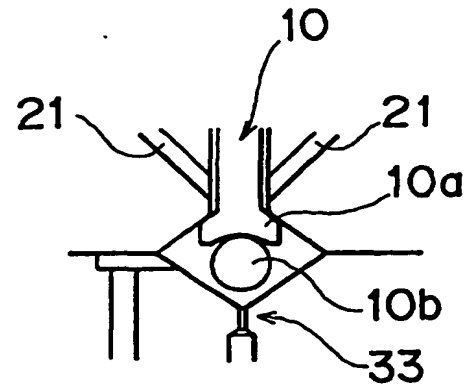


FIG. 3B

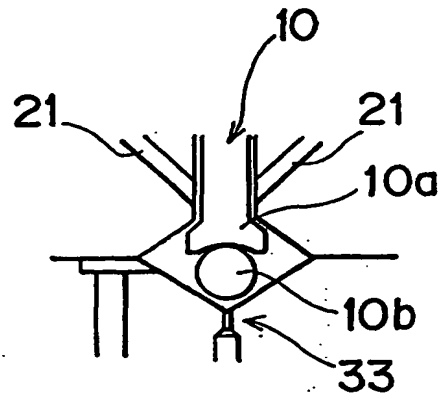


FIG. 3C

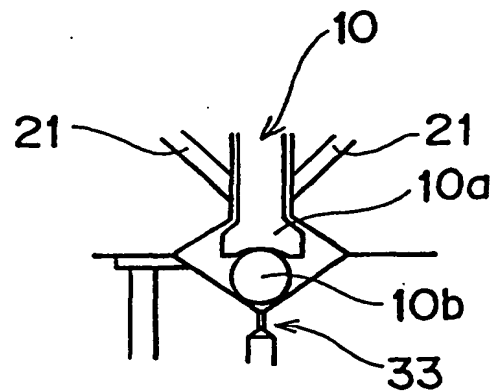


FIG. 4A

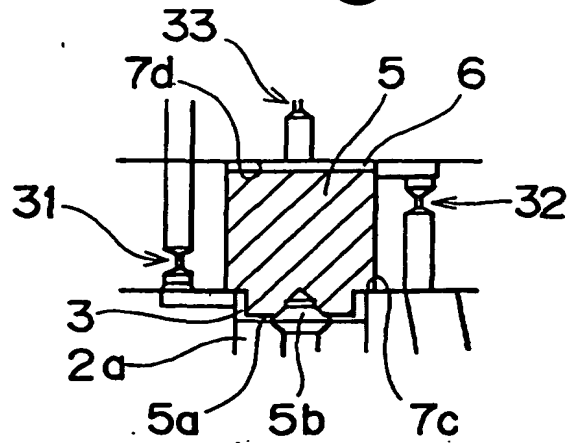


FIG. 4B

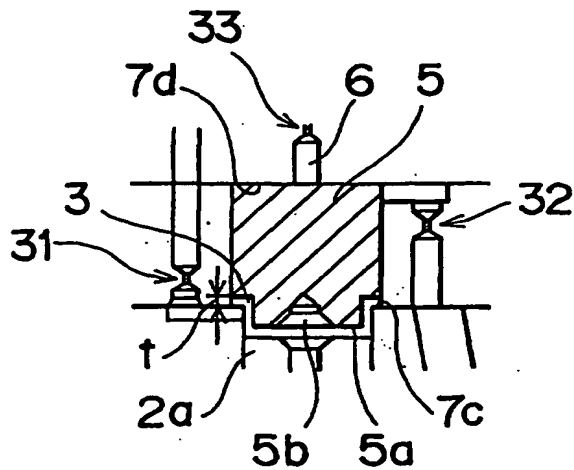


FIG. 4C

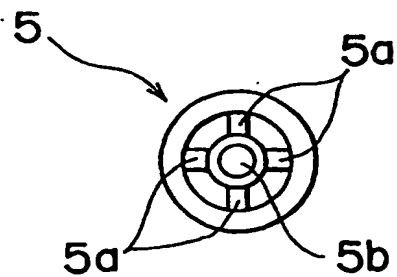


FIG. 5

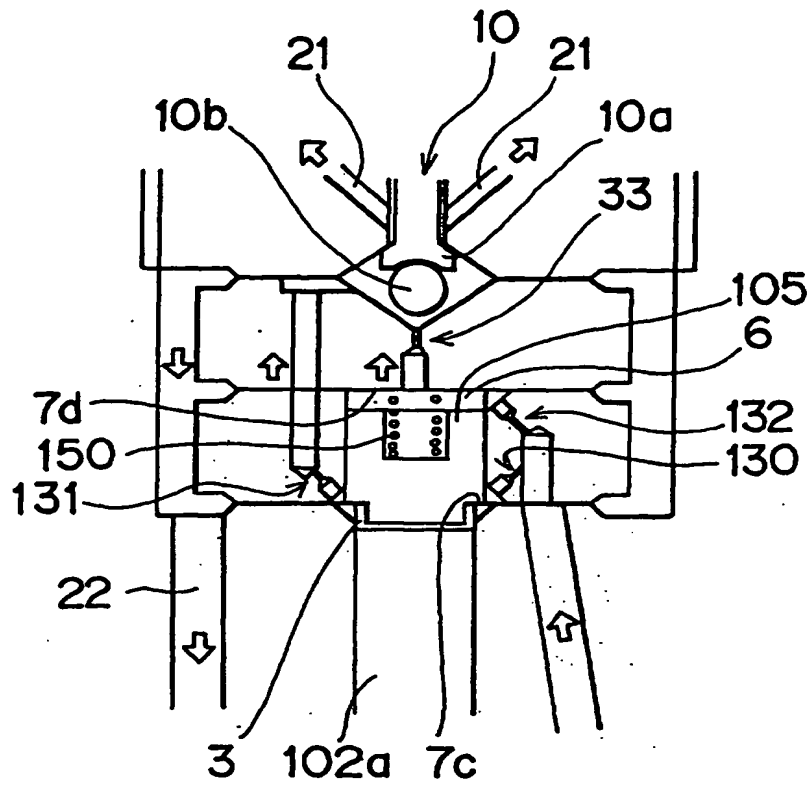


FIG. 6A

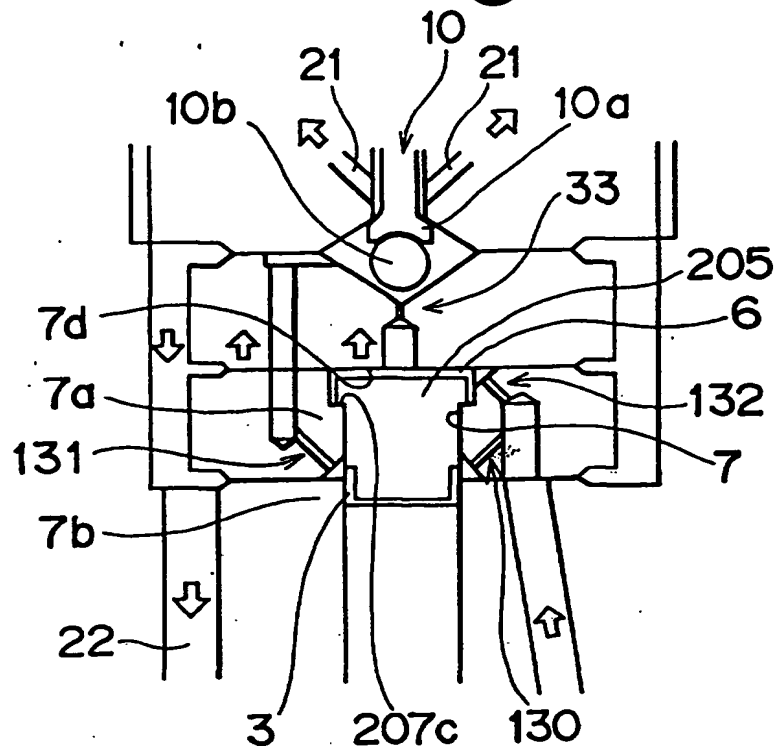


FIG. 6B

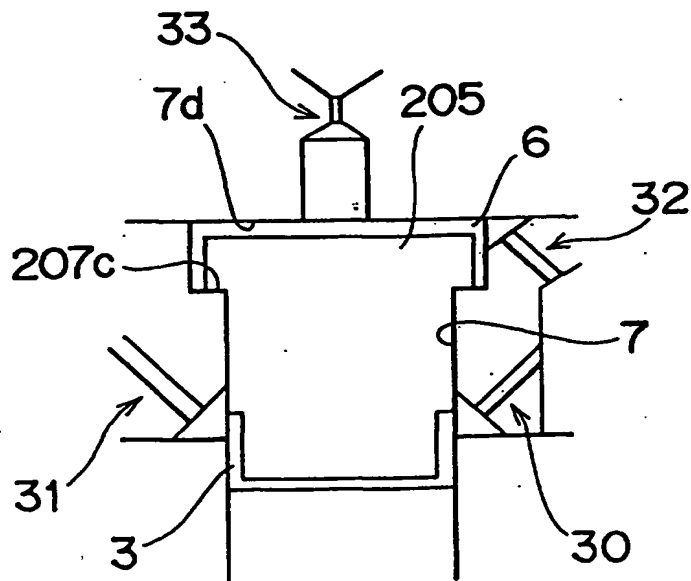


FIG. 7

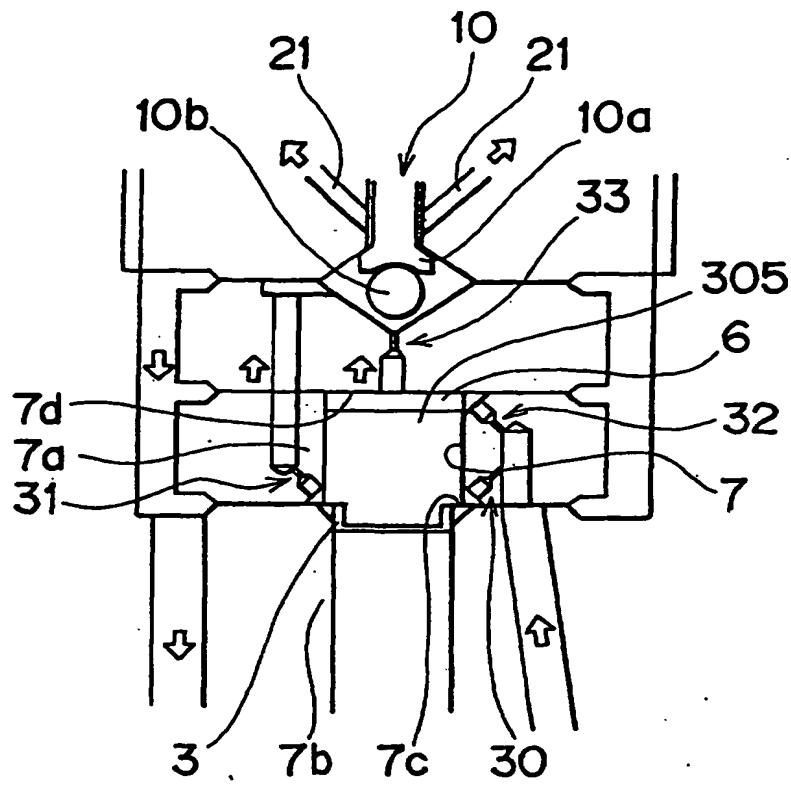


FIG. 8

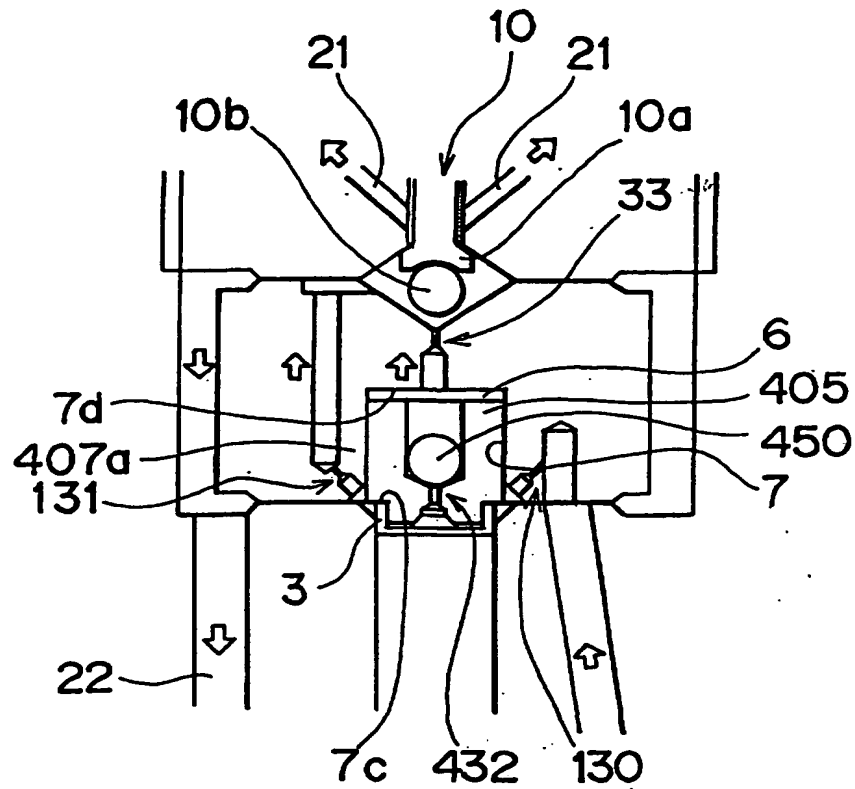


FIG. 9.

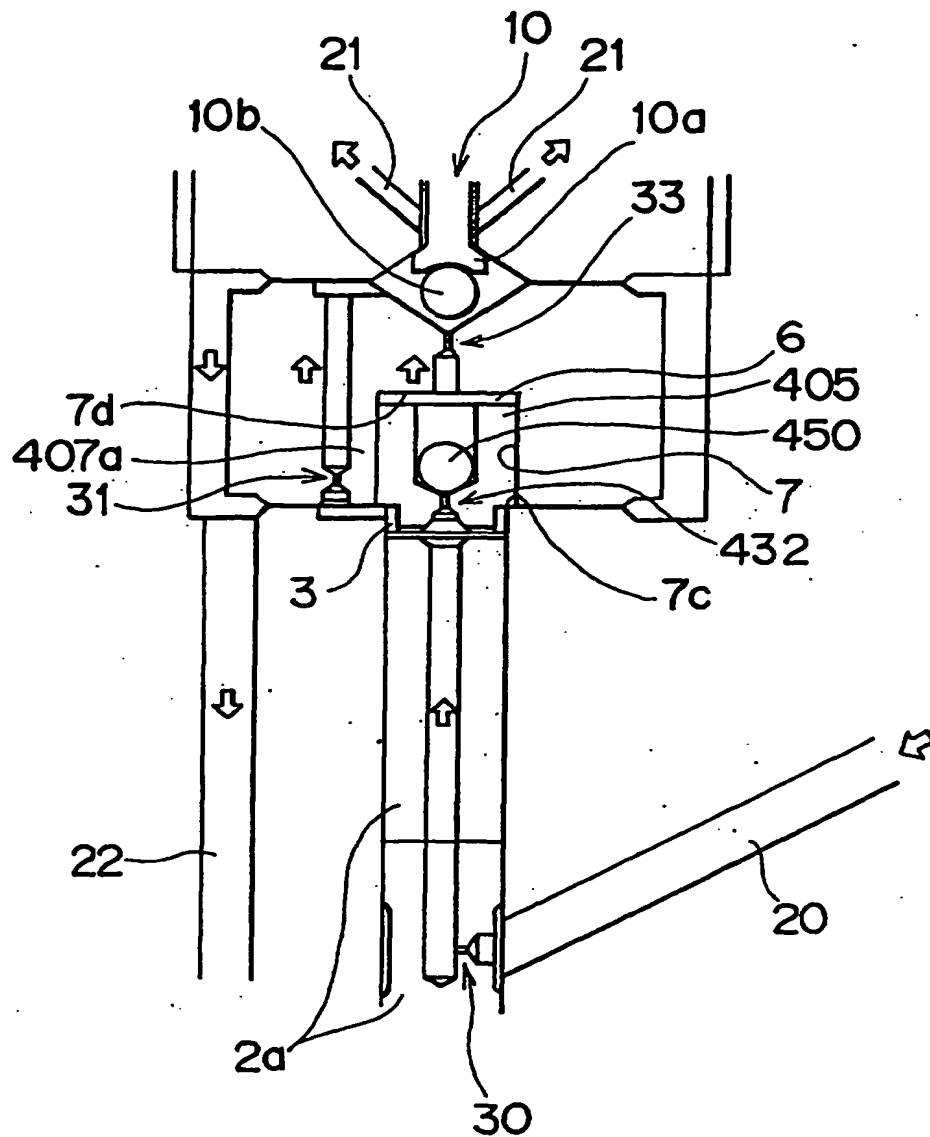


FIG. 10

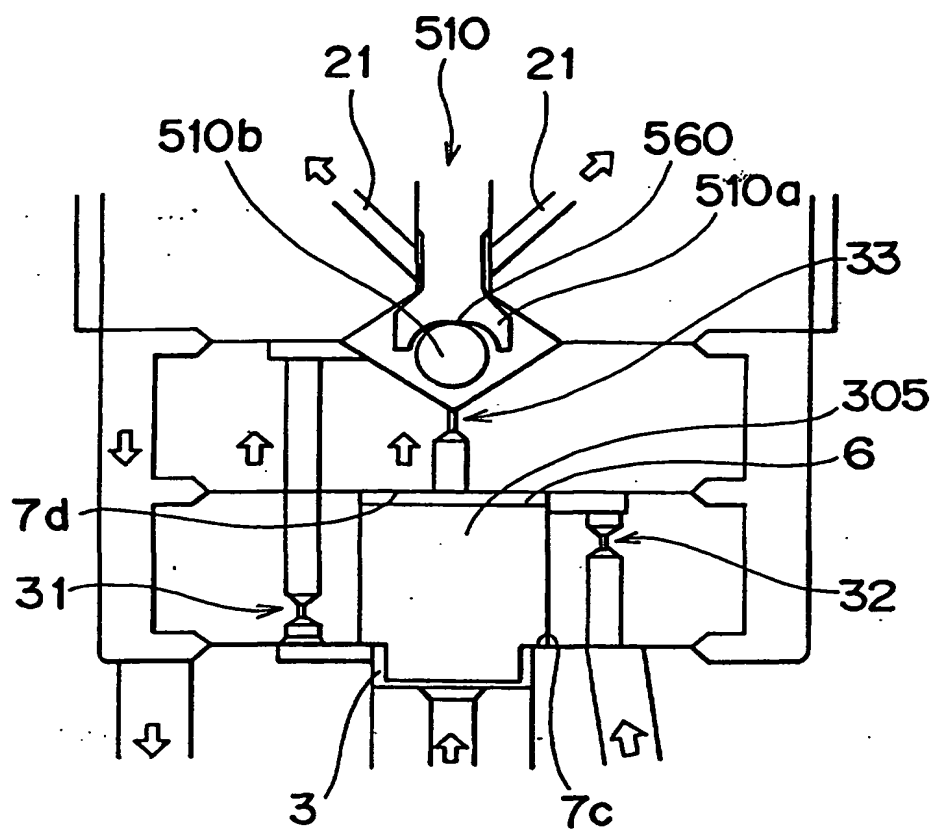


FIG. 11

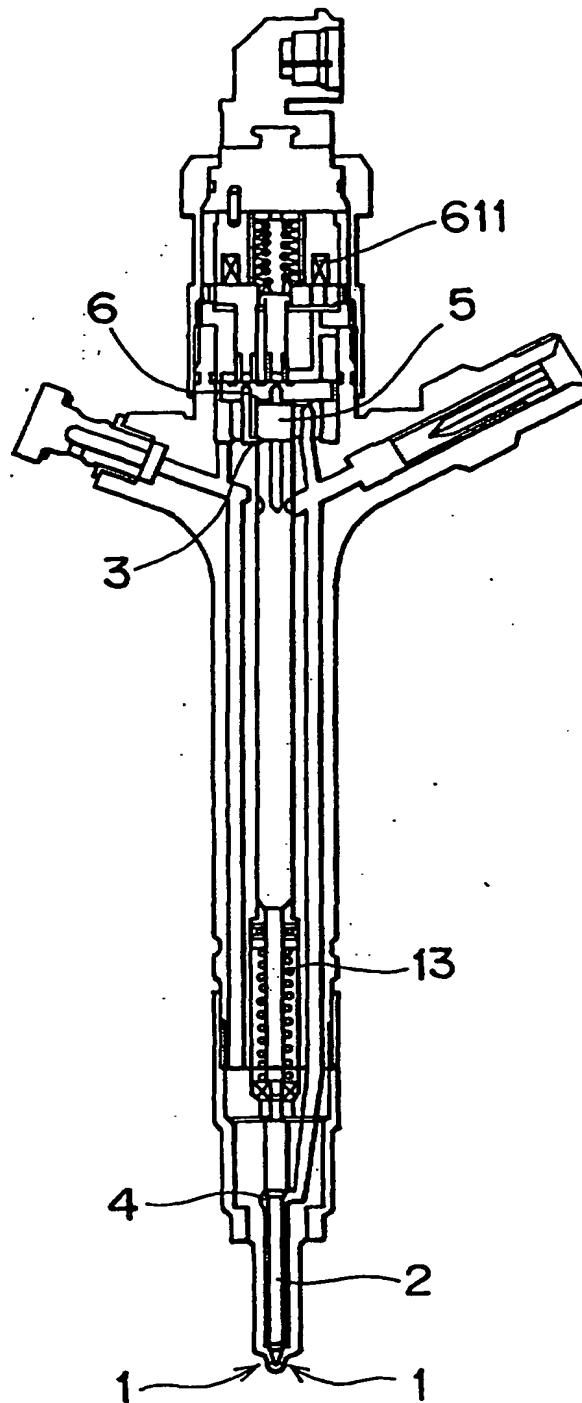


FIG. 12

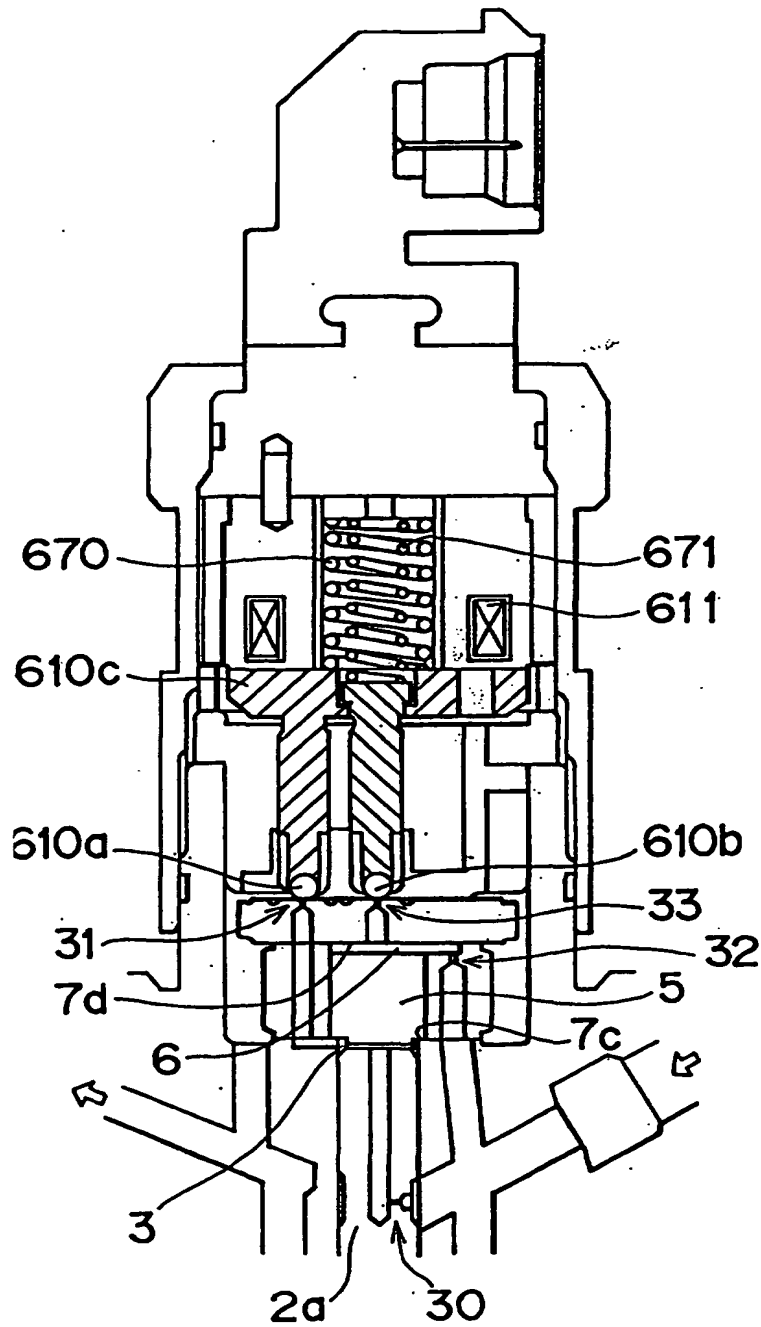


FIG. 13

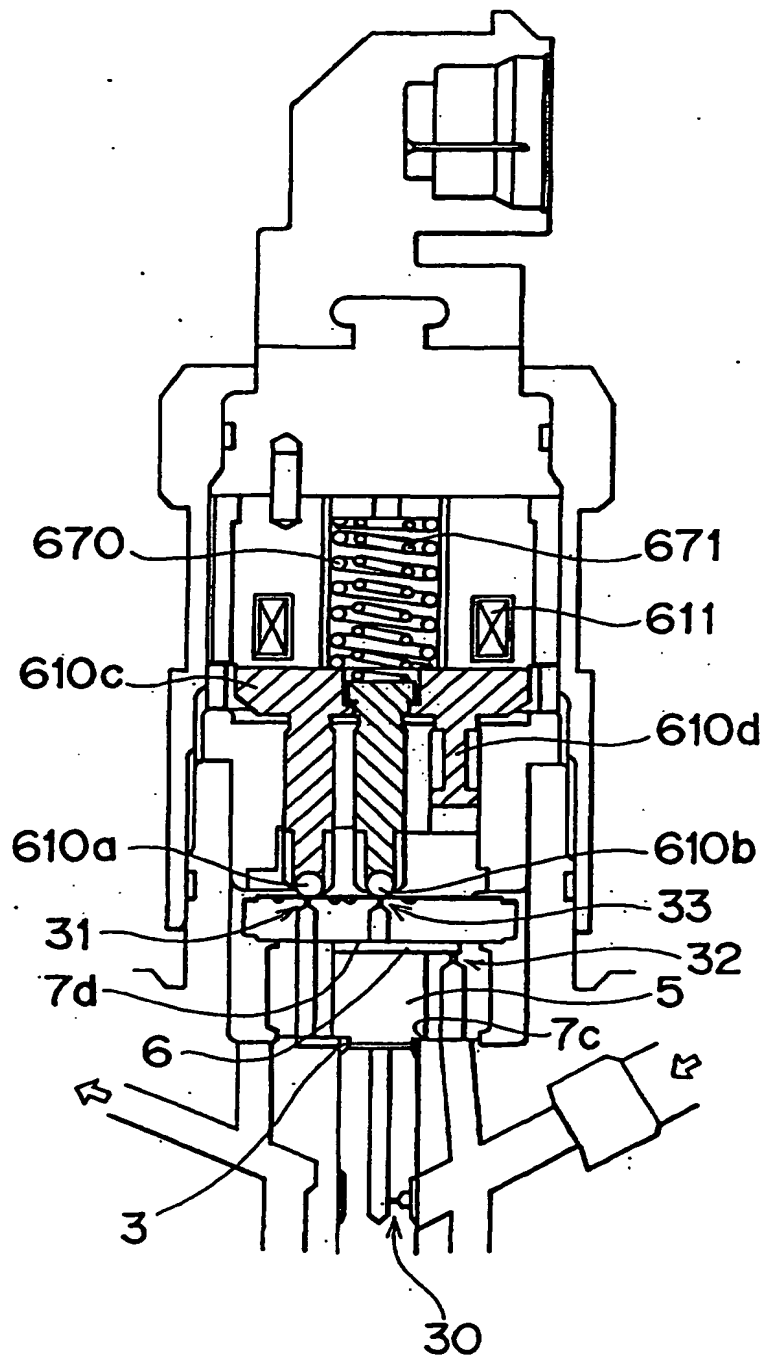


FIG. 14

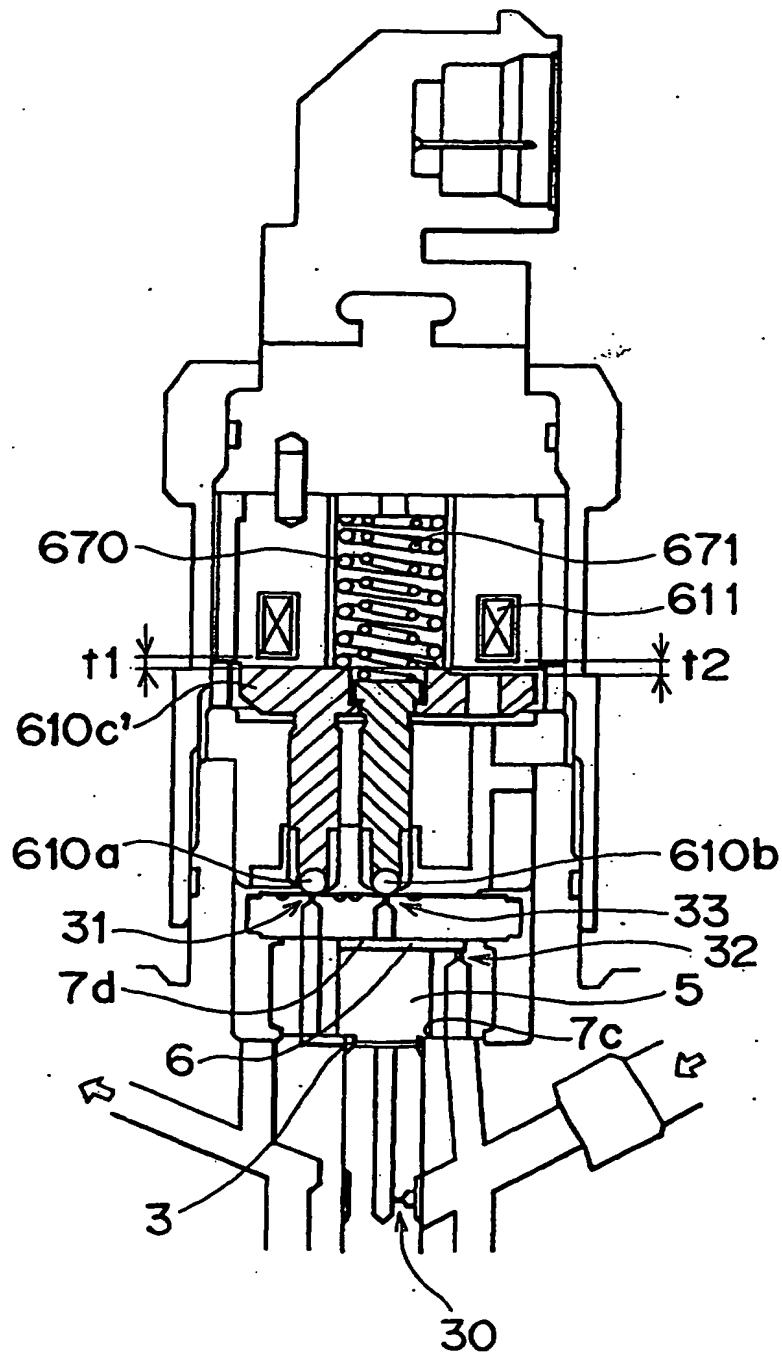


FIG. 15

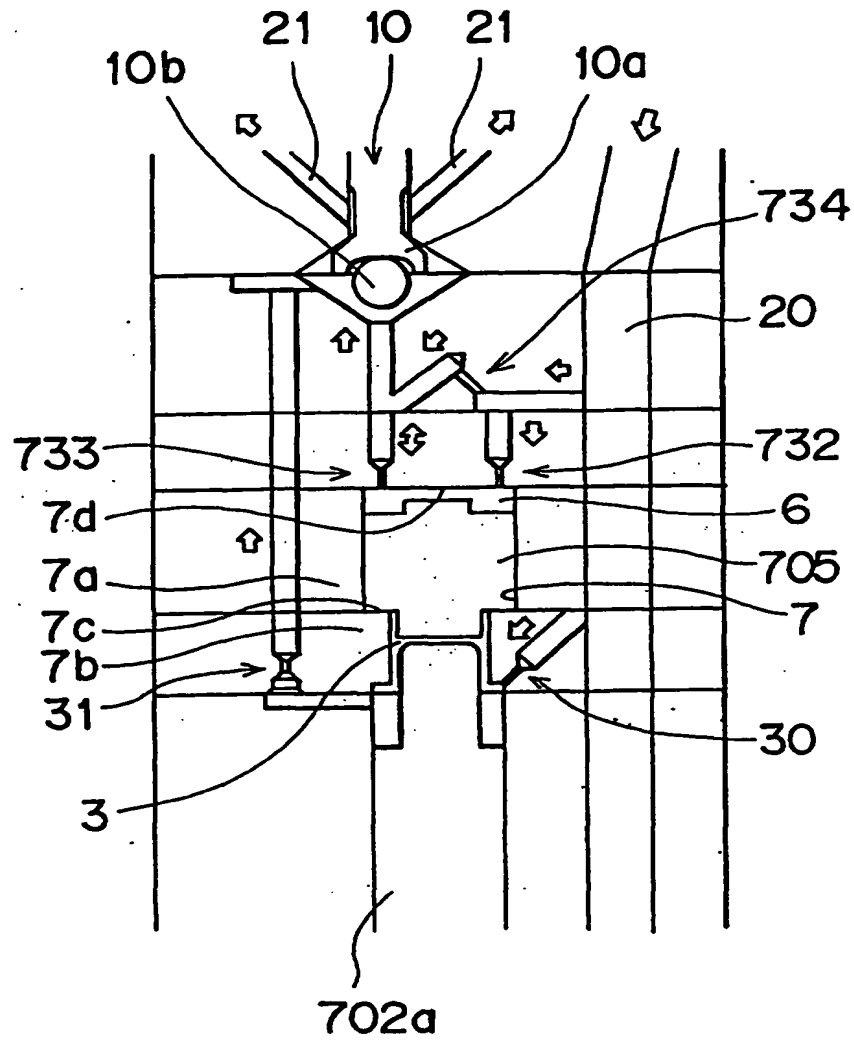


FIG. 16A

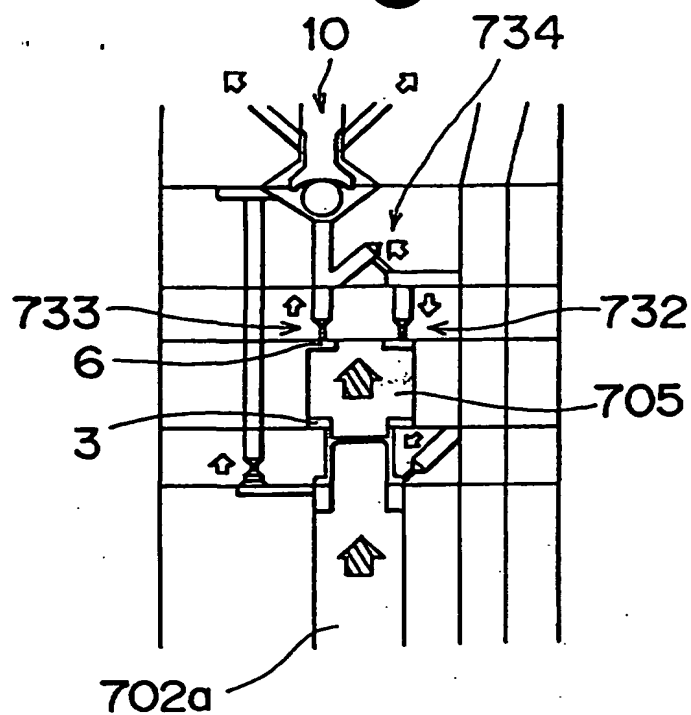
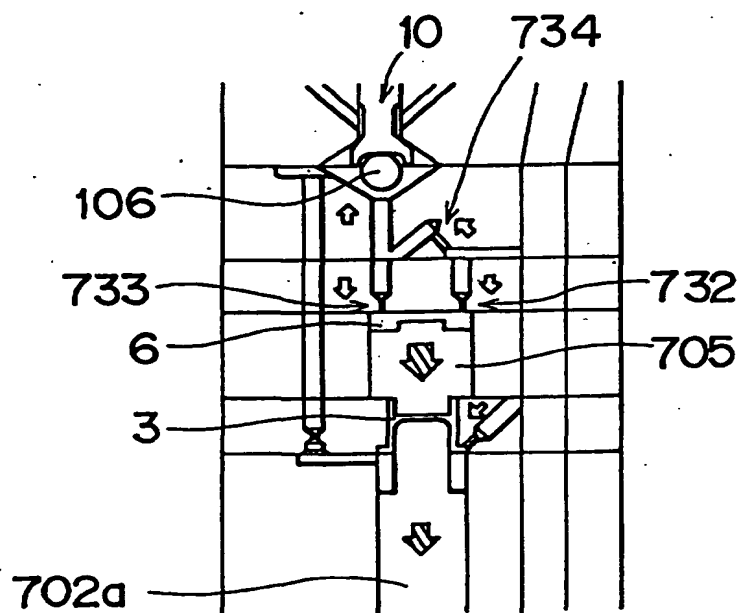


FIG. 16B



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.